

Uhren-Messtechnik und Fehleranalysen



Dokument Nr. 71.1010D35d
Rel. 1.2 / Januar 2012

© 2002-2012 Witschi Electronic AG, CH-3294 Büren a.A., Schweiz

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Bilder, auch nur auszugsweise ist ohne schriftliche Genehmigung der Firma Witschi Electronic AG urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in Kursunterlagen oder elektronischen Systemen.

Witschi Electronic AG

Bahnhofstrasse 26 – CH-3294 Büren a.A. – Tel. +41 (0)32 352 05 00
Fax +41 (0)32 351 32 92 – welcome@witschi.com – www.witschi.com



Wir stellen uns vor

Witschi Electronic AG entwickelt, produziert und verkauft

Innovative Prüf- und Messtechnologie für:

- Uhrenproduktion
- Uhrenservice
- Prüfgeräte für die Automobil-, Medizin- und Apparateindustrie



Unser Qualitätsanspruch

Als weltweit führendes Unternehmen der Prüf- und Messtechnik für Uhren und andere mikrotechnische Produkte, setzen wir auf höchste Qualität, zukunftsorientierte Entwicklungsarbeit und zuverlässige Serviceleistungen. Um den Ansprüchen des Marktes gerecht zu werden, baut das Unternehmen auf hochqualifizierte, kompetente Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Auch die Zertifizierung nach ISO 9001:2000 ist Garant für eine gleich bleibende, sichergestellte Qualität. So können sich unsere Kunden darauf verlassen, dass sie in der Firma Witschi einen optimalen Partner finden und Produkte mit bestmöglichem Kosten-Nutzen-Verhältnis erhalten. Dafür bürgen der Name Witschi sowie die rund 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Unternehmens

Unser Know-how

Seit über 60 Jahren entwickelt, produziert und verkauft die Firma Witschi weltweit in über 40 Ländern hochwertige Geräte auf dem Gebiet der Mess- und Prüftechnik. Am Anfang des Unternehmens stand das erklärte Ziel, der Uhrenindustrie die besten Mess- und Prüfgeräte zu liefern. Dieses Ziel ist heute längst erreicht. Alle namhaften Betriebe setzen unsere Produkte ein.

Im Laufe der Zeit ist es uns gelungen, konstant neue Produkte zu entwickeln, die den höchsten Anforderungen entsprechen und den heutigen Masstab für markt- und kundengerechte Mess- und Prüftechnologie bilden. Davon zeugen tausende zufriedener Anwender in aller Welt.

Das Potential unserer Ingenieure und Experten wird auch in Zukunft für wegweisende Innovationen aus dem Hause Witschi sorgen.

Ausbildungsziel

Die heutige Uhrentechnik verlangt von uns als führenden Hersteller von Messgeräten die unterschiedlichsten Messungen und Analysen an praktisch allen Uhrentypen sehr präzise und zuverlässig vorzunehmen. Dies verlangt aber auch vom Benutzer gewisse Kenntnisse über unsere Geräte sowie über die technische Funktionsweise von Uhren.

Die Kundenzufriedenheit ist für Witschi Electronic seit jeher der wichtigste Punkt aller Geschäftsaktivitäten. Der folgende Grundkurs soll dazu beitragen, die Gerätekenntnisse und die Fachkompetenz der Benutzer/Innen von Witschi-Geräten zu optimieren.



Mechanische Uhren	4
Grundkenntnisse	5
Bauteile	10
Messsignale	11
Chronoscope S1	12
Bedienungselemente und Anzeige	12
Parametereinstellungen	13
Analyse	14
Fehlerfindung mit Digramm	14
Fehlerfindung mit der scope-Funktion	16
Quarz-Uhren	20
Grundkenntnisse	21
Bauteile	28
Messsignale	29
Analyzer Q1/Twin	30
Bedienungselemente und Anzeige	30
Prüfung mit eingebauter Batterie	33
Prüfung mit externer Speisung	34
Batterie- und Spulentest	35
Prüfung von Schrittmotoren mit dem Pulsgenerator	36
Buzzer Test	36
Oszillogramm der Motorimpulse.....	37
Die Uhr läuft nicht mehr - Fehlerdiagnose	38
Dichtigkeitsprüfung	39
Normen	40
Vorsichtsmassnahmen bei Verwendung	41
Prüfmethoden	42
Proofmaster S	45
Bedienungselemente und Anzeige	46
Bedienung Proofmaster S	47
Leakfinder Programm	48
Vordefinierte Programme	49
Kundenspezifische Programme	50
Tabelle - Kräfte auf Uhrenglas und Boden	51
Witschi's Messtipps	52
Mechanische Uhren	53
Quarz-Uhren	54
Dichtigkeitsprüfung	55

Mechanische Uhren

Prüfmethoden

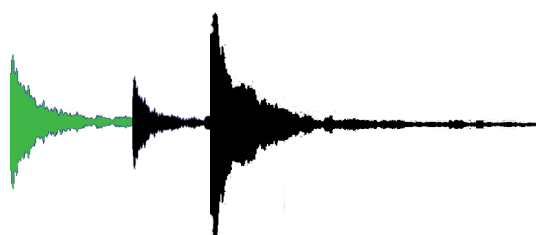
Bedienung des Chronoscope S1



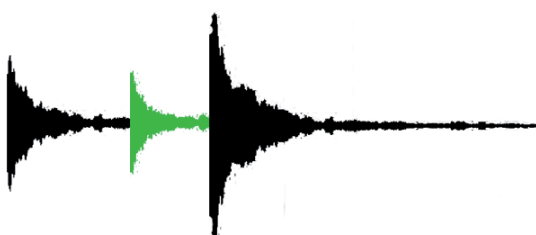
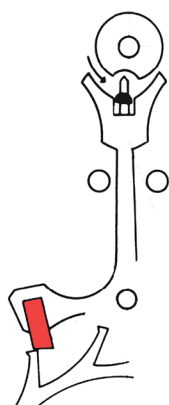
Das Schlaggeräusch der Schweizer Ankerhemmung

Normalerweise setzt sich das Schlaggeräusch der Schweizer Ankerhemmung aus drei verschiedenen Impulsen zusammen.

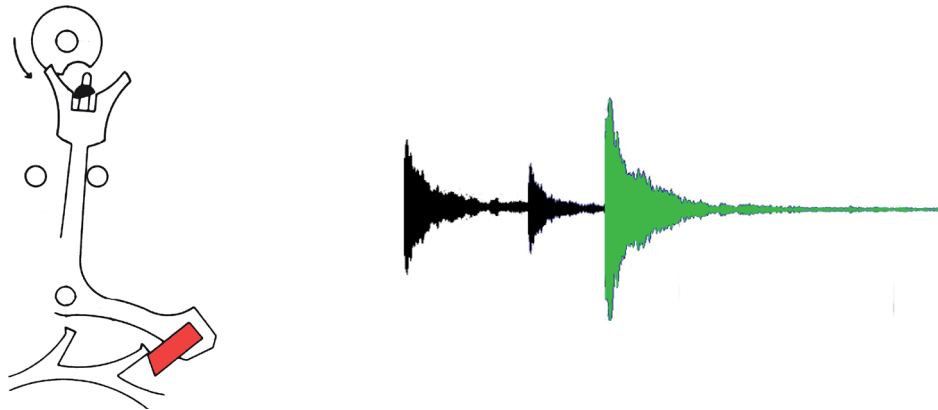
Das **erste** Geräusch entsteht, wenn der Hebelstein der Rolle auf die Gabel des Ankers trifft. Dieses Geräusch ist zeitlich sehr präzise und wird daher für die Diagrammaufzeichnung und für die Berechnung der Gangabweichung sowie des Abfallfehlers (Repère) benutzt.



Ein **zweites** Geräusch entsteht, wenn ein Zahn des Ankerrades auf die Impulsfläche einer Palette trifft und die Ankergabel den Hebelstein berührt. Dieses sehr unregelmässige Geräusch kann für eine Auswertung nicht benutzt werden.



Das **dritte** und stärkste Geräusch entsteht, wenn ein Zahn des Ankerrades auf die Ruhefläche der Pallette fällt und die Ankerstange an einen Begrenzungsstift schlägt. Dieses Geräusch wird für die Berechnung der Amplitude ausgewertet.

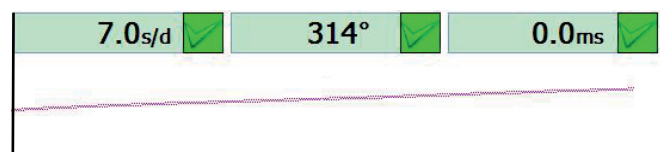


Auswertung des Schlaggeräusches

Für die Auswertung des Schlaggeräusches wird ein Messgerät (Zeitwaage) mit einer sehr genauen Referenzfrequenz benötigt. Zudem ist es wichtig, dass der Anfang des **ersten** Geräuschpaketes sicher erfasst wird. Falls bei einer Uhr dieses erste Geräusch sehr schwach ist, oder falls die Uhr starke Nebengeräusche erzeugt, muss daher die Verstärkung entsprechend korrigiert werden.

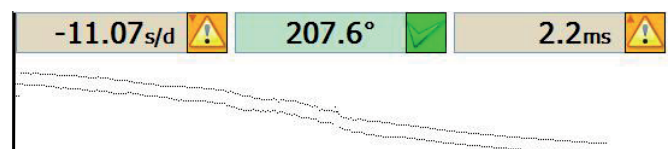
Für die Diagrammaufzeichnung wird jeweils die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Uhrenschlägen (Periodendauer) gemessen und mit dem Sollwert für einen exakten Gang verglichen. Falls die gemessene Zeit genau dem Sollwert entspricht, wird der neue Punkt auf dem Diagramm genau neben dem vorhergehenden gesetzt. Wenn der neue Schlag etwas zu früh oder zu spät kommt, wird der neue Punkt, entsprechend der Zeitdifferenz zum Sollwert, gegenüber dem letzten Punkt nach oben oder nach unten verschoben. Die Reihe der Punkte auf der Anzeige bildet daher je nach Gangabweichung eine gerade oder eine nach oben oder unten geneigte Linie.

Beispiel 1: Regelmässiges Diagramm



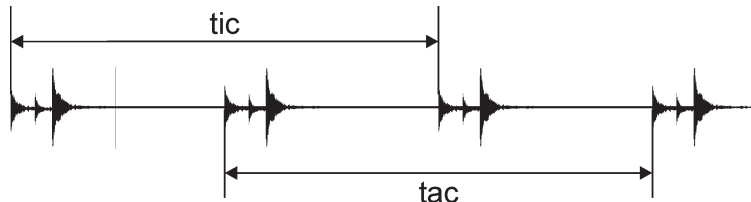
Das Diagramm zeigt natürlich nicht nur die Gangabweichung, sondern auch andere zeitliche Unregelmässigkeiten im Uhrenschlag, wie z.B. Abfallfehler (Repère), defekte Ankerradzähne etc.

Beispiel 2: Unregelmässiges Diagramm



Gangabweichung

Zur Berechnung der Gangabweichung werden die Differenzen zwischen gemessener Periodendauer und Sollwert jeweils über die eingestellte Messzeit gemittelt, in s/24h umgerechnet und auf dem Bildschirm angezeigt.

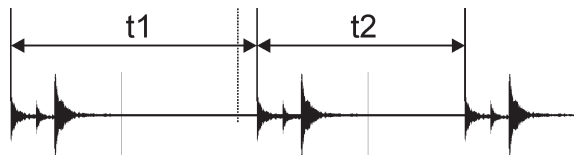


$$\text{Gang} = \frac{\text{Gang tic} + \text{Gang tac}}{2}$$

Abfallfehler (Repère)

Asymmetrisches Schwingen der Unruh. Die Drehschwingung einer Unruh kann mit Hilfe des Drehwinkels beschrieben werden. Steht die Uhr still, so definiert die Position der Unruh dort ihre Nulllage. Unter einem (stets vorhandenen) "Abfallfehler" versteht man den Sachverhalt, dass die Drehschwingung nicht in allen Prüflagen ganz symmetrisch um die Nulllage herum ausgeführt wird, d. h. die Unruh schwingt in eine Richtung weiter als in die Entgegengesetzte. Diese Asymmetrie kann auf einer Zeitwaage sichtbar gemacht werden. Der Abfallfehler wird in Millisekunden (ms) gemessen. Hochwertige Uhren besitzen eine besondere Vorrichtung für die Einstellung des Abfalls.

Untenstehende Grafik zeigt einen typischen Repère. Für einen nicht vorhandenen Repère müssten **t1** und **t2** identische Werte aufweisen.

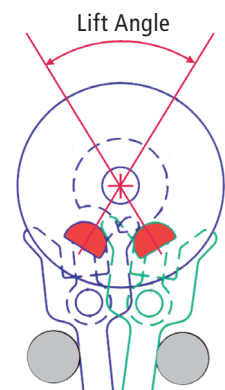


$$\text{Repère} = \frac{t1 - t2}{2}$$

Funktionsprinzip Amplitude-Hebewinkel

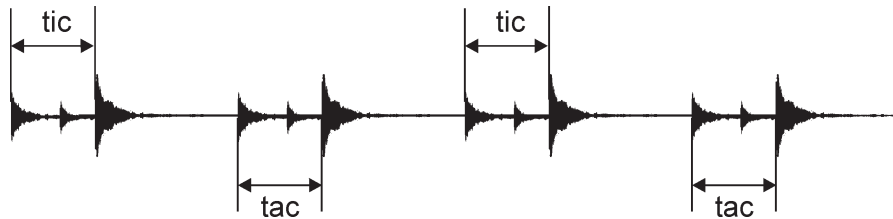
Die Winkelgeschwindigkeit des Oszillationssystems (Unruh mit Spiral) beim Durchlaufen des Nullpunkts ist von seiner Amplitude abhängig. Man bestimmt diese Geschwindigkeit mittels Zeitmessung zwischen dem Auslösesignal und dem Fallsignal der Hemmung. Diese Zeit bezeichnet man als **Hebezeit der Unruh** und der von der Unruh während dieser Periode durchlaufener Winkel heisst **Hebewinkel**.

Während dem Durchlaufen dieses Winkels bleibt der Hebelstein (Ellipse) in Kontakt mit der Ankergabel. Für die meisten Standard-Uhrwerke liegt der Hebewinkel um die ca. 51°.



Amplitude

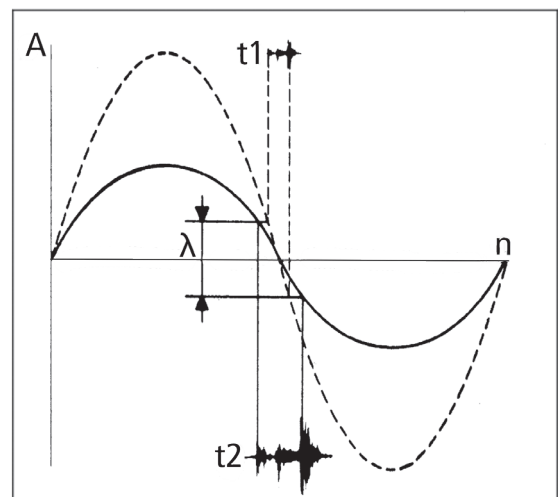
Die Amplitude (Schwingungsweite) entspricht dem Winkel von der Gleichgewichtslage (Ruhelage der Unruh) bis zur maximalen Entfernung (Wendepunkt). Die Amplitudenwerte der heute verbreiteten Uhrwerke liegen bei ca. 270° - 310° . Mit zunehmender Alterung der Öle sinkt dieser Wert allmählich ab. Zur Berechnung der Amplitude wird die Zeit zwischen dem **ersten** Impuls und dem **dritten** Impuls im Schlaggeräusch gemessen.



Zwischen diesen beiden Impulsen dreht sich die Unruh um einen bestimmten Winkel. Dieser so genannte Hebewinkel ist durch die Konstruktion des Uhrwerks bestimmt und wird als Parameter eingegeben. Je grösser die Amplitude der Unruh, desto grösser ist auch die Geschwindigkeit, mit welcher sie diesen Hebewinkel durchläuft und desto kleiner ist die Zeit, die sie zum Durchlaufen dieses Winkels benötigt.

Die Amplitude kann daher aus der Zeit zwischen den **ersten** und **dritten** Impulsen im Schlaggeräusch, unter Berücksichtigung der Schlagzahl und des Hebewinkels, ausgerechnet werden.

Die während einer Periode zurückgelegte Strecke der schwingenden Unruh ist eine Sinusfunktion. Die volle Linie entspricht einer schwachen Amplitude und die gestrichelte Linie einer grossen Amplitude. Die Horizontalen des konstanten Hebewinkels schneiden die zwei Sinuskurven an verschiedenen Stellen. Daraus resultiert eine schwache Amplitude für eine lange Hebezeit (t_2) und eine grosse Amplitude für eine kurze Hebezeit (t_1).

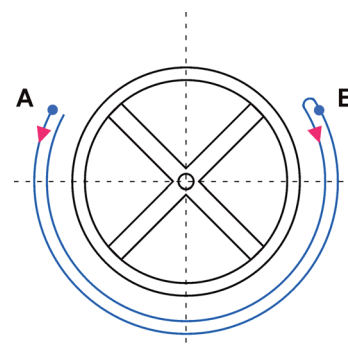


Bemerkung

Alle Witschi-Prüfgeräte sind mit speziellen, wählbaren Testmodi versehen. Diese ermöglichen auch eine genaue Amplitudenmessung an Uhren mit speziellen Hemmungen wie Coaxial, AP u.a.

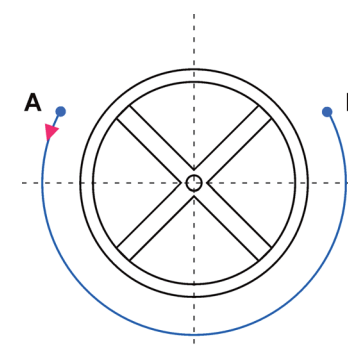
Schwingung

Die **Schwingung** der Unruh ist der Weg eines Punktes von einem Wendepunkt zum anderen und zurück (**A – B – A**).



Halbschwingung

Eine halbe Schwingung der Unruh wird als **Halbschwingung** bezeichnet (**A – B**).



Frequenz der Unruh

Die Frequenz der Unruh (Anzahl Schwingungen pro Sekunde) wird nach folgender Formel berechnet:

$$F = \frac{A/h}{2 * 3600}$$

F Frequenz (Hz)

A/h Anzahl Halbschwingen pro Stunde

Einige Beispiele:

18'000 A/h $\longleftrightarrow$ 2.5 Hz

21'600 A/h $\longleftrightarrow$ 3 Hz

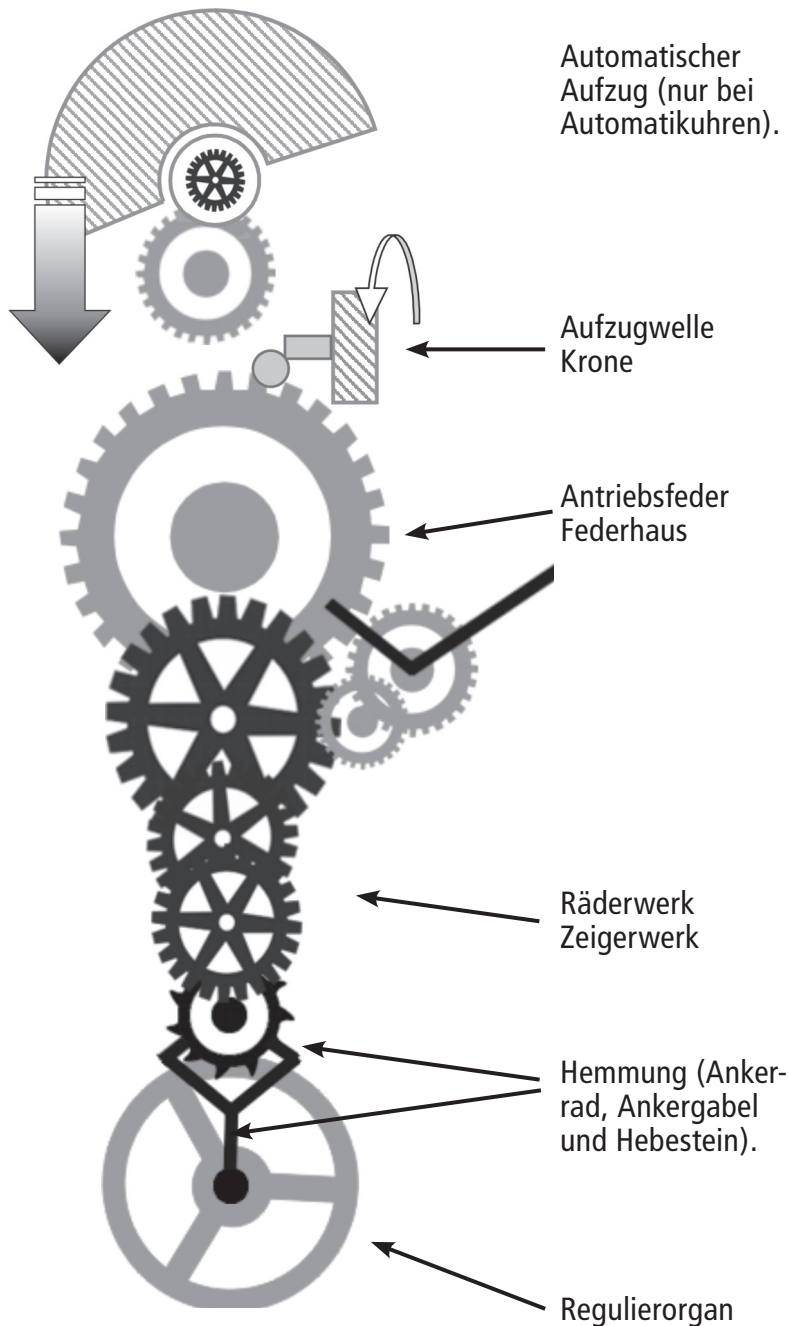
28'800 A/h $\longleftrightarrow$ 4 Hz

36'000 A/h $\longleftrightarrow$ 5 Hz

Ansicht

Teil

Eigenschaften



Automatischer Aufzug (nur bei Automatikuhren).

Aufzugswelle Krone

Antriebsfeder Federhaus

Räderwerk Zeigerwerk

Hemmung (Anker-rad, Ankergabel und Hebestein).

Regulierorgan

Automatischer Aufzug mit Schwungmasse und Untersetzungsgetriebe. Zieht die Antriebsfeder durch die **Armbewegungen** automatisch auf.

Manueller Aufzug der Antriebsfeder durch die Krone (auch bei Automatikuhren möglich).

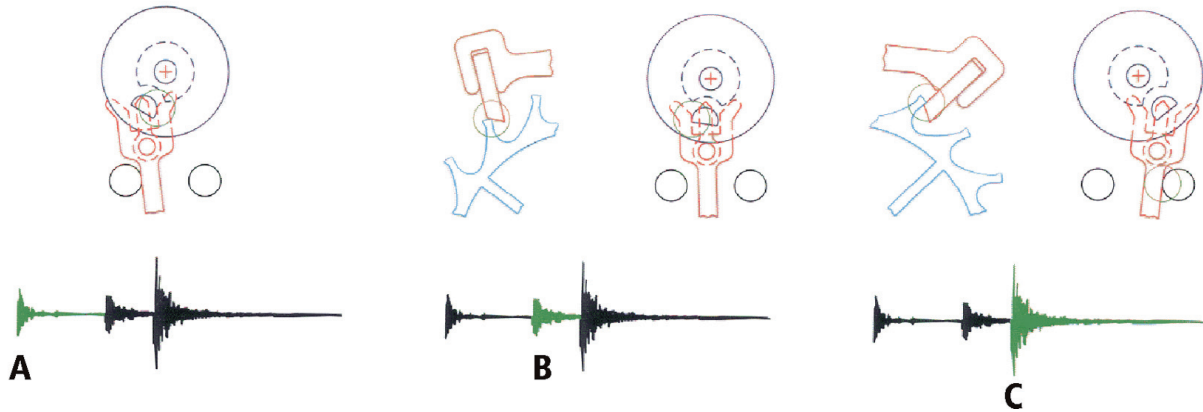
Liefert die **Antriebsenergie** für das ganze Uhrwerk.
Gangreserve: ca. 48 Stunden.
Spezielle Uhren bis zu 8 Tagen.

Überträgt die Federkraft an die Hemmung und bewegt die Zeiger (Übersetzung).

Stoppt die Kraft des Räderwerks **und überträgt** diese impulsweise auf die Unruh, die somit in Schwingung gehalten wird.

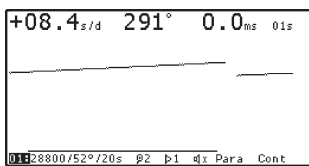
Reguliert den Oszillator oder als **"Zeitbasis"** der Uhr.
Frequenz:
2.5 - 5 Hz =
18000 - 36000 A/h.

Die Basis für alle Gangmessungen und Analysen bei mechanischen Uhren bildet das **akustische Signal der Hemmung**



Das Signal wird vom **Chronoscope S1** analysiert, verstärkt und liefert uns folgende Daten und Diagramme:

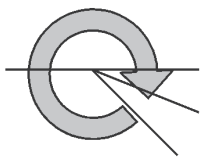
Gangmessung



Zur Berechnung der Gangabweichung werden die Differenzen zwischen gemessener Periodendauer und Sollwert jeweils über die eingestellte Messzeit gemittelt, in s/24h umgerechnet und auf dem Bildschirm angezeigt.

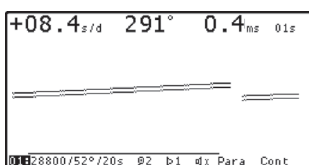
Das Diagramm zeigt nicht nur die Gangabweichung, sondern auch Unregelmässigkeiten im Uherschlag, wie z.B. Repère, defekte Ankerradzähne etc.

Amplitudenmessung



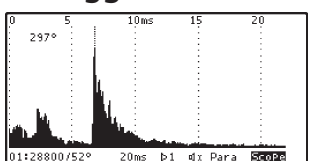
Die Amplitude (Schwingungsweite) entspricht dem Winkel von der Gleichgewichtslage (Ruhelage der Unruh) bis zur maximalen Entfernung (Wendepunkt). Die Amplitudenwerte der heute meist verbreiteten Uhrenwerke liegen bei ca. 270° - 310°.

Abfallfehler (Repère)



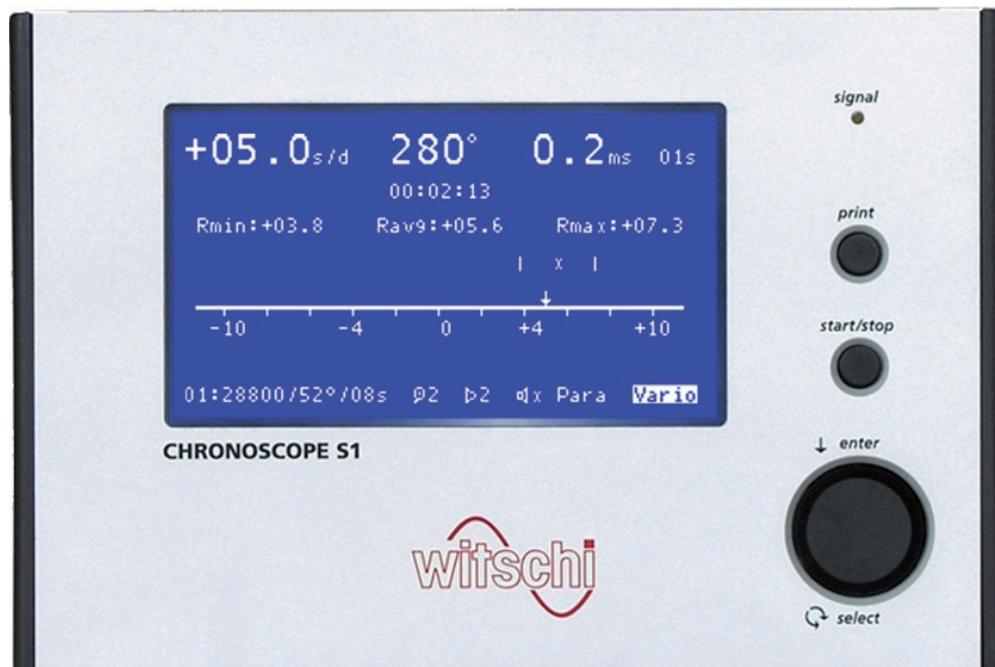
Im Falle eines Repères, ist die Periode zwischen einem Tic und einem Tac nicht gleich der Periode zwischen einem Tac und Tic. Die Zeitdifferenz wird gemittelt und in Millisekunden (ms) angezeigt.

Schlaggeräusch



Die grafische Darstellung der Schlaggeräusche erlaubt eine eingehende Analyse über den Zustand der Hemmung.

Bedienungselemente und Anzeige



LCD-Bildschirm	Auf dem LCD-Bildschirm mit 240 x 128 Pixel erfolgen sämtliche Anzeigen wie Echtzeituhr mit Datum, Parametereinstellungen, Systemeinstellungen, Diagramme, Resultate, Statistiken, Schlaggeräusche, Kalibrierung usw. Wählbar sind 4 verschiedene Anzeigemodi: Cont Kontinuierliche Diagrammaufzeichnung der Schlaggeräusche. Vario Prüfen der Stabilität von Gang und Amplitude über eine längere Zeitspanne, bis zu 100 Stunden. Scope Grafische Anzeige der Schlaggeräusche im Zeitintervall von: 20, 200 und 400 ms. Seq Für automatische Messzyklen in 3 bis 6 Prüflagen; nur mit Micromat S (Zubehör) möglich.
Drehknopf	Drehknopf zur Wahl der Funktionsart und zur Einstellung der Parameter. Der Knopf hat eine Doppelfunktion: Funktions- und Parameterwahl durch Drehen und Wahlbestätigung durch Drücken.
print	Taste zum Ausdrucken der numerischen Messresultate oder grafischer Ausdruck des Bildschirminhaltes.
start/stop	Taste zum Starten und Anhalten einer Messung.
signal	LED-Anzeige der Signalstärke.

Parametereinstellungen

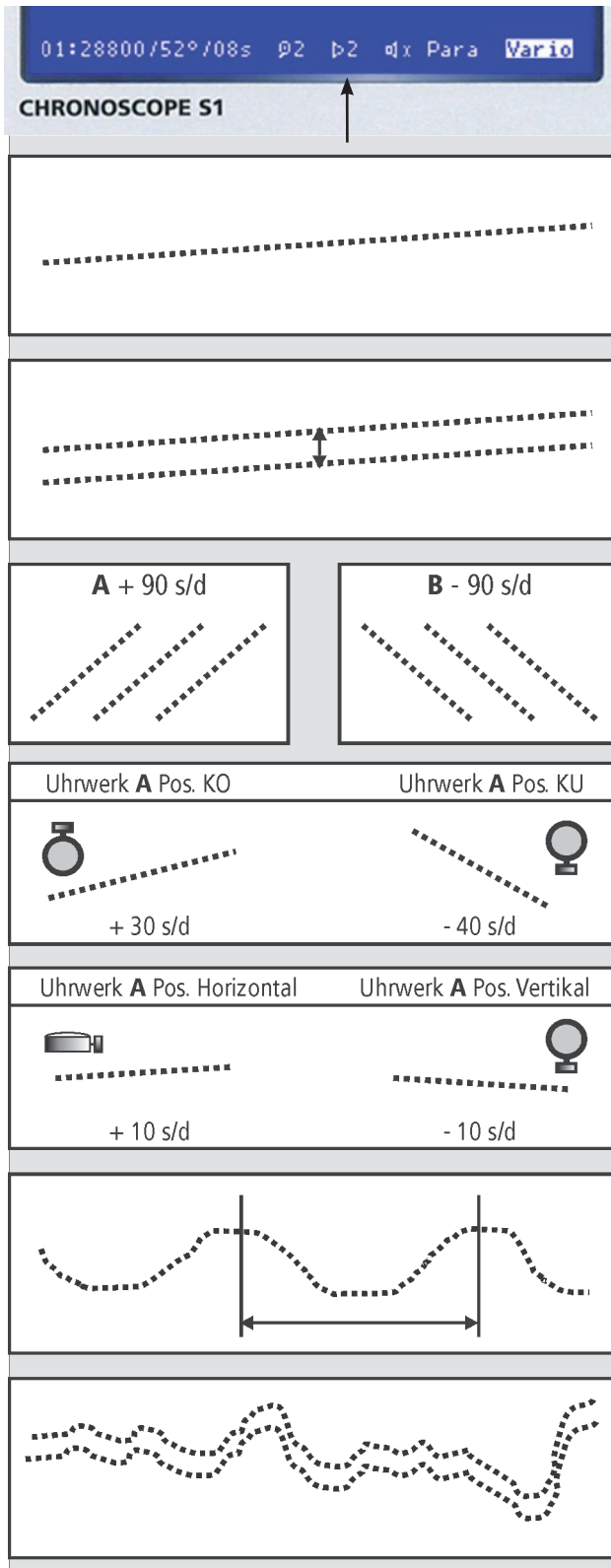
KALIBER		MESSUNG	
Programm:	01/20	Messzeit:	20 s
Schlagzahl:	Man 28800	Auflösung:	0.1 s/d
Testmodus:	Stnd	*** Sequenz ***	
Hebewinkel:	52°	Stabil VV/HH:	Aut s
		Stabil VH/HV:	15 s
		Positionen:	3V_2H
		Beenden	

KALIBER	Einstel.	Beschreibung
Programm:	01/20	20 Programme stehen zur Auswahl (01/20 bis 20/20).
Schlagzahl:	Aut Man Sel Frq	Automatische Wahl der meist gängigen Schlagzahlen. Manuelle Wahl aus Liste von weniger gängigen Schlagzahlen. Manuelle Schlagzahlwahl: jede zwischen 3600 und 43200. Modus zur automatischen Bestimmung einer unbekannten Schlagzahl.
Testmodus:	Stnd Spe1 Spe2 Spe4 Rate	Für Uhren mit Schweizer Ankerhemmung. Für Uhren mit coaxial Hemmung. Für Uhren mit AP Hemmung. Modus mit spezifischem Amplitudenfilter. Nur Gangmessung. Für Uhren mit schlechtem oder unüblichem Schlaggeräusch.
Hebewinkel:	xx°	Einstellung des Hebewinkels, von 10° bis 90°.

MESSUNG	Einstel.	Beschreibung
Messzeit:	Aut s xx s	Automatische Wahl der Messzeit durch Schlagzahl. Manuelle Wahl der Messzeit, zwischen 2 und 240 s.
Auflösung	s/d	Auflösung der numerischen Ganganzeige, 1 s/d oder 0.1 s/d.
Sequenz		Der sequenzielle Testmodus funktioniert nur mit angeschlossenem Micromat S (als Zubehör erhältlich).
Stabil VV/HH:	Aut s Man	Automatische Wahl der Stabilisationszeit durch Schlagzahl. Manuelle Wahl der Stabilisationszeit, zwischen 1 und 99 s.
Stabil VH/HV:	Aut s Man	Automatische Wahl der Stabilisationszeit durch Schlagzahl. Manuelle Wahl der Stabilisationszeit, zwischen 1 und 99 s.
Positionen		Zur Auswahl stehen 7 vorprogrammierte Tests Sequenzen.

Ausführliche Beschreibung finden Sie in der Bedienungsanleitung **Chronoscope S1**.

Fehlerfindung mit Diagramm



Einstellung der Signalverstärkung:

2 = Standardeinstellung. Wenn kein sauberes Diagramm erscheint, kann mit dem Drehknopf die Signalverstärkung erhöht oder vermindert werden.

Uhrwerk in gutem Zustand.

Gang: +1 bis +15 s/d

Amplitude: H 250 - 330°, V 220 - 270°

Repère: 0.0 bis 0.5 ms.

Uhrwerk in gutem Zustand.

Repère: zu gross (ca. 3 ms)

Vorgehen: zuerst Repère korrigieren, dann Gang nachregulieren.

Uhrwerk in gutem Zustand.

Uhrwerk **A**: starker Vorgang

Uhrwerk **B**: starker Nachgang

Vorgehen: Nachregulieren, +2 bis 15 s/d.

Uhrwerk mit grossen Lagefehlern zwischen den verschiedenen vertikalen Lagen.

Vorgehen: Zentrieren, Auswuchten
Ersetzen des Regulierorgans.

Uhrwerk mit kleine Lagefehlern zwischen den vertikalen und horizontalen Lagen.

Vorgehen: Distanz der Rückerstifte einstellen
für V- Stifte zu, für V+ Stifte auf.

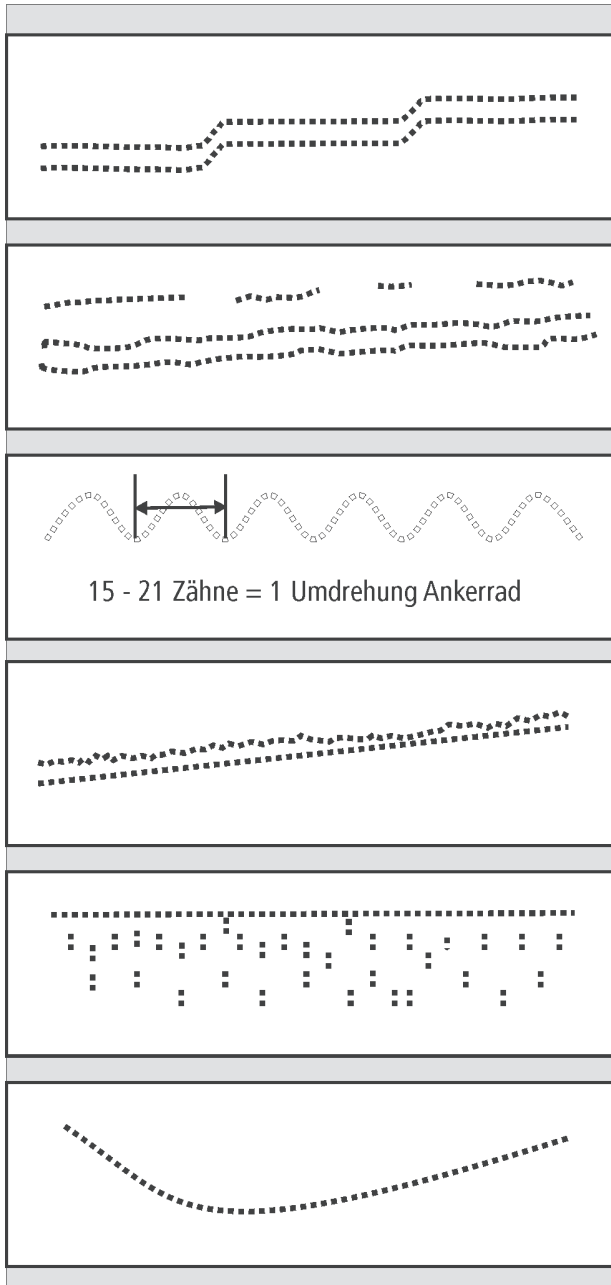
Uhrwerk mit grossen aber regelmässigen Gangschwankungen: Defekt im Räderwerk

Vorgehen: Revision und eventuell Austausch von Räderwerkteilen.

Uhrwerk mit sehr unregelmässigem Gang und Störungen. Amplitude meistens ungenügend.

Vorgehen: Revision.

Fehlerfindung mit Diagramm



Unruh "prellt" zeitweise. Normalerweise zu hohe Amplitude (<330°). Doppel "Tic-Tac" im Lautsprecher hörbar.

Vorgehen: Feder, Anker und/oder Ankerrad austauschen.

Unruh "prellt" dauernd. Normalerweise zu hohe Amplitude (<330°). Doppel "Tic-Tac" im Lautsprecher hörbar.

Vorgehen: Feder, Anker und/oder Ankerrad austauschen.

Ankerrad ist unrund.

Vorgehen: Ankerrad austauschen.

Eingangspalette hängt schlecht ein oder ist "trocken" (verschmiert).

Vorgehen: Hemmung reinigen oder Ankerrad austauschen.

Spiralfeder streift. Meistens streift der Spiral. In diesem Fall an den Rückerstiften oder am Spiralkloben (Nebengeräusche im Lautsprecher).

Vorgehen: Spiral zentrieren, Gang richten.

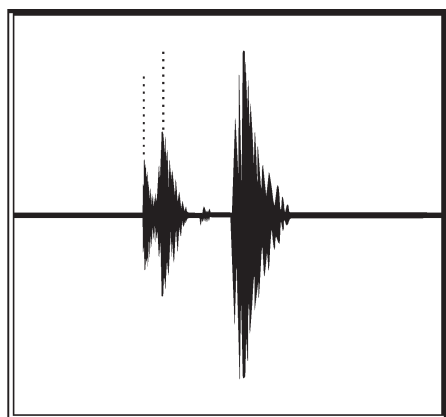
Langsames Einschwingen nach Positionswechsel. Unruhlager und Räderwerk sind eventuell schlecht oder nicht geölt.

Vorgehen: Reinigen und Ölen, ev Revision.

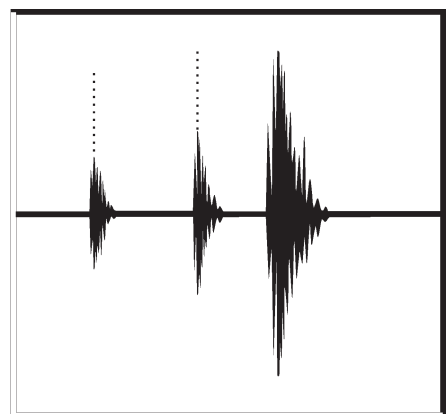
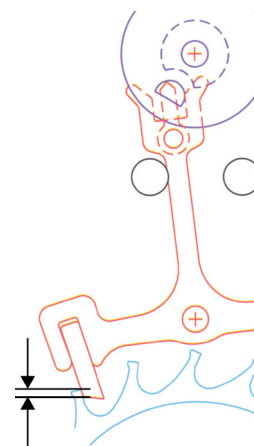
Uhrentyp	Gang in s/d	Amplitude H *	Amplitude V *	Repère
Herrenuhr	-5 bis +15	250° bis 330°	250° bis 270°	0.0 bis 0.5 ms
Damenuhr	-5 bis +25	250° bis 330°	250° bis 270°	0.0 bis 0.5 ms
Chronometer	-2 bis +6	250° bis 330°	250° bis 270°	0.0 bis 0.5 ms
Chronograph	-5 bis +15	250° bis 330°	250° bis 270°	0.0 bis 0.5 ms

* Werte bei aufgezogenem Uhrwerk. Amplitude nach 24 h: Abnahme von ca. -10% bis -15% ist ok.

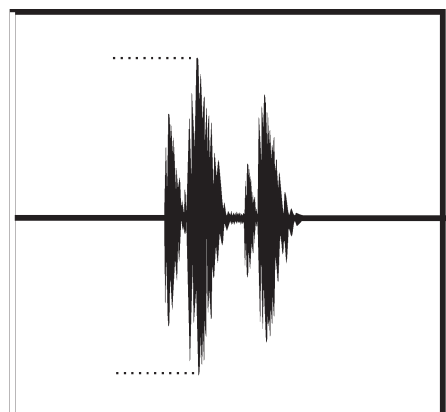
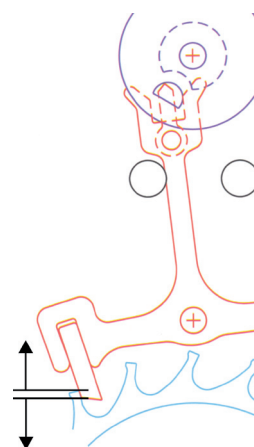
Fehlerfindung mit der Scope-Funktion



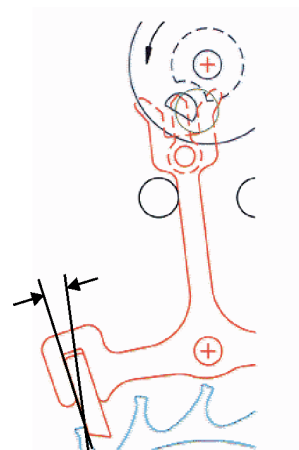
Ruhe der Hemmung zu schwach



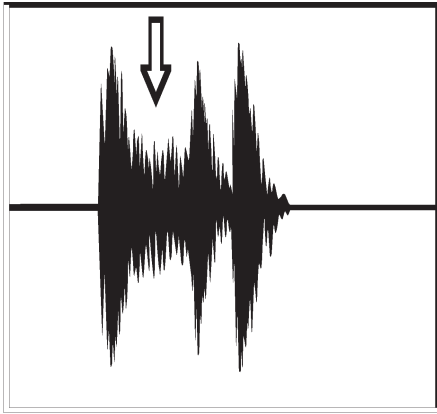
Ruhe der Hemmung zu stark



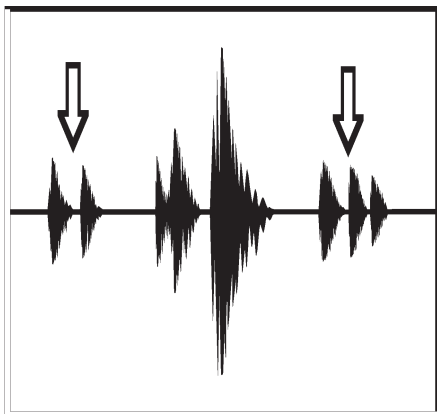
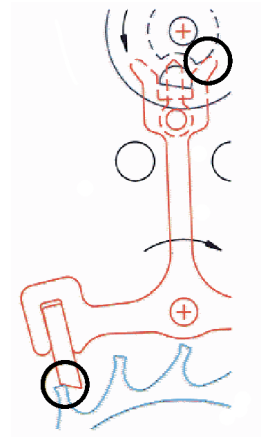
Auslösung zu stark



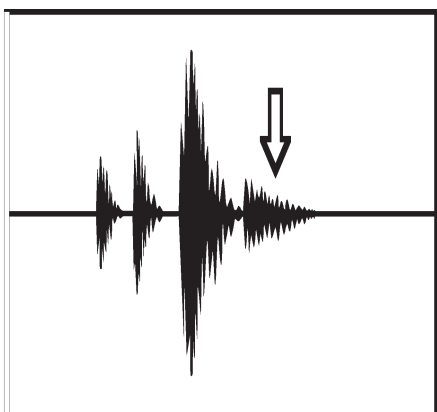
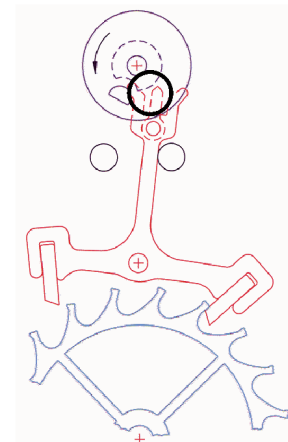
Fehlerfindung mit der Scope-Funktion



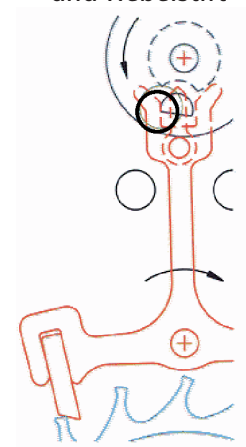
Zusätzliche Reibung



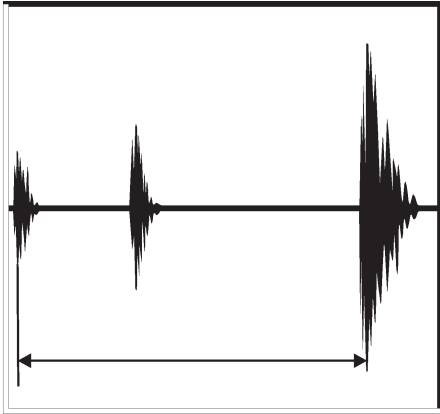
Sicherheitsstift berührt Rolle



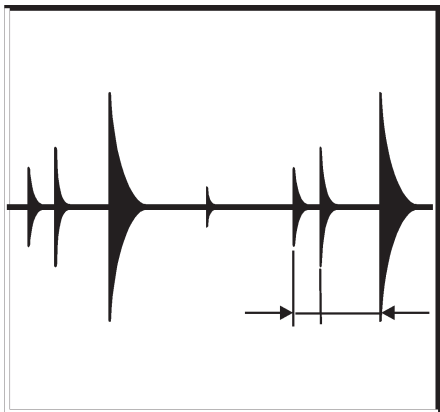
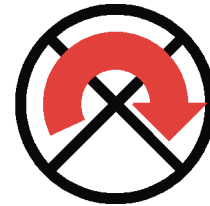
Kein Spiel zwischen Hörner und Hebelstift



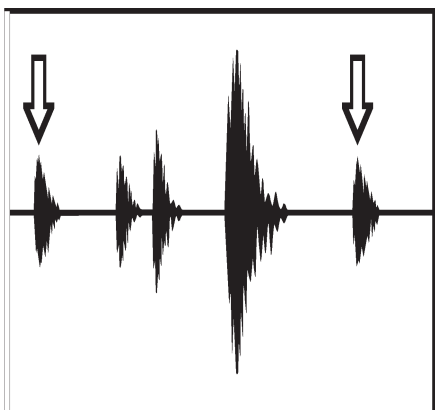
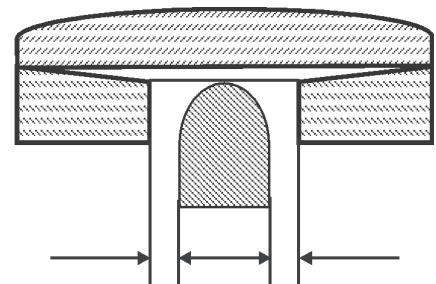
Fehlerfindung mit der Scope-Funktion



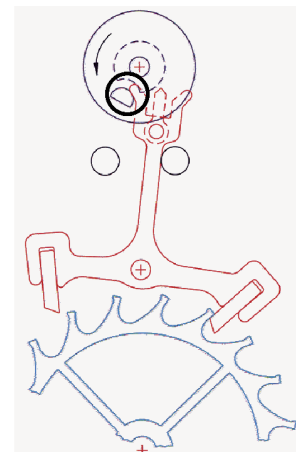
Schwache Amplitude



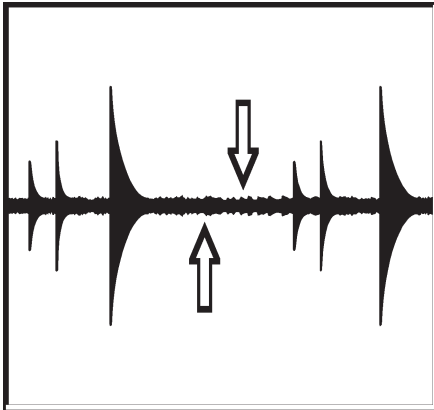
Spiel des Unruhzapfens
zu gross



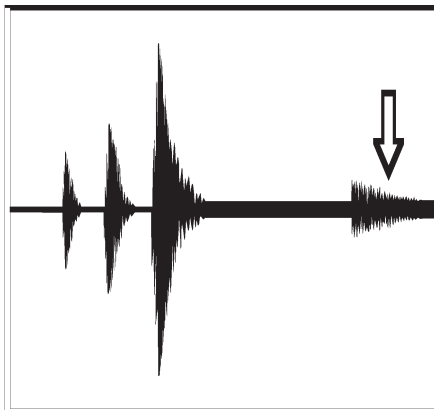
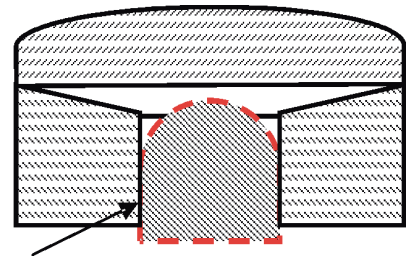
Gabelhorn berührt Hebelstein
(prellt)



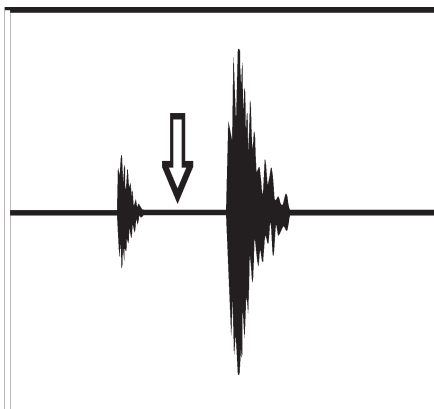
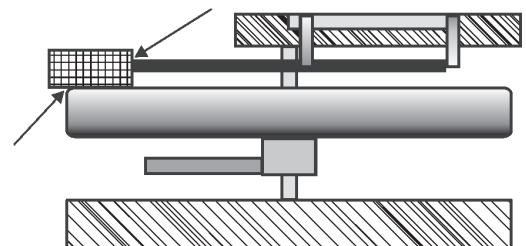
Fehlerfindung mit der Scope-Funktion



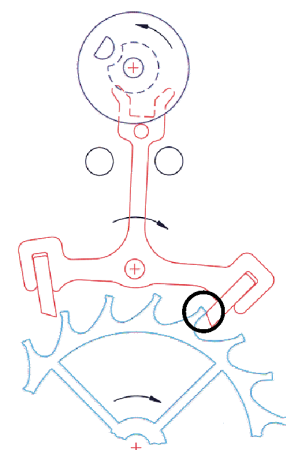
Rauher Unruhzapfen



Spiralfeder streift



Ein Ankerradzahn fällt direkt auf die Antriebsfläche



Quarz-Uhren

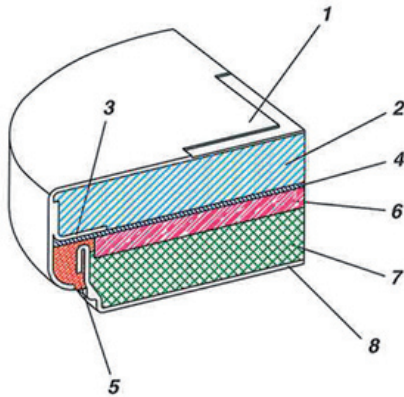
Prüfmethoden

Bedienung des Analyzer Q1



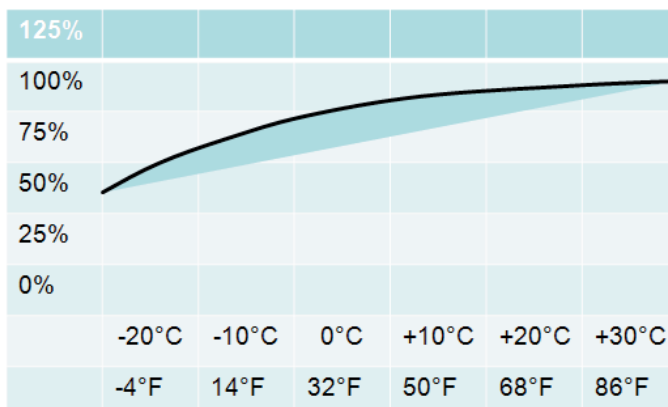
Batterie

Aufbau einer Silberoxyd Zelle Zn/Ag₂O (Schnittzeichnung).



- 1 Gehäuse
- 2 Kathode (Ag₂O)
- 3 Stützring
- 4 Separator
- 5 Dichtung
- 6 Elektrolyt (NaOH / Natrium oder KOH / Kalium)
- 7 Anodenmaterial (Zn)
- 8 Anodenkappe

Kapazität: Temperatur-Abhängigkeit

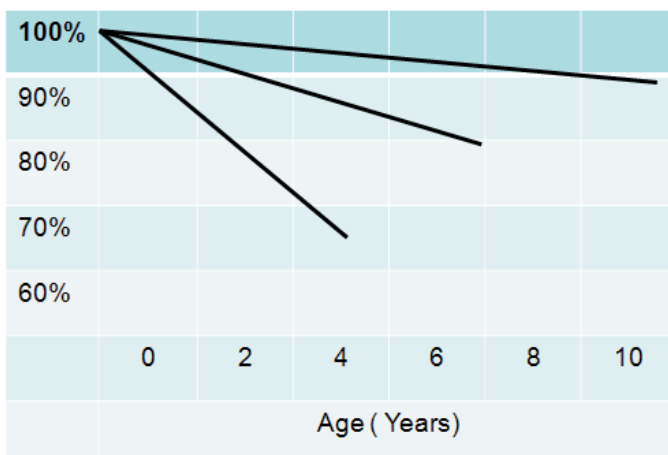


Beispiel

Kapazität = 175 mAh

Typischer Temperatureffekt bei kleinen Silberoxyd-Batterien.

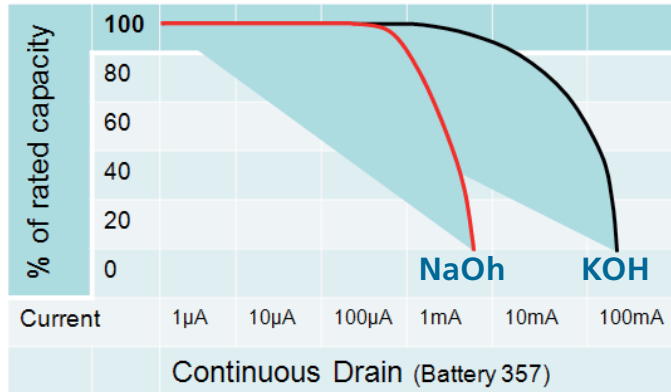
Selbstentladungs-Rate bei verschiedenen Lagertemperaturen



Nennkapazität in mAh (100%)

minus 7-8% nach 10 Jahren bei 0°C / 32°F
 minus 15% nach 7 Jahren bei 20°C / 68°F
 minus 30% nach 4 Jahren bei 40°C / 104°F

High Drain und Low Drain Batterien



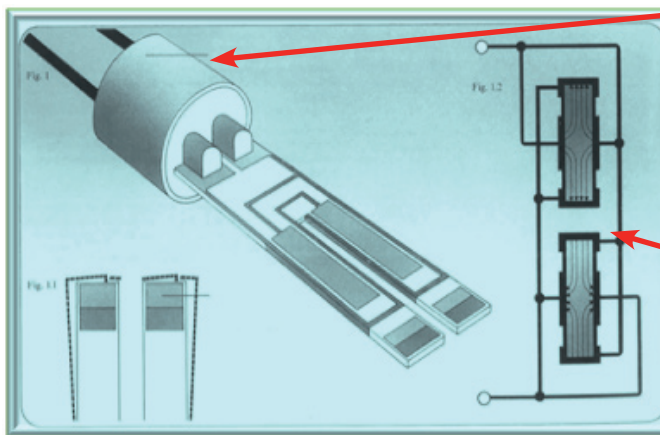
Effizienz (Spannungsabfall)

Low Drain Batterien mit NaOH (Natrium) Elektrolyt.

High Drain Batterien mit KOH (Kalium) Elektrolyt.

Quarz

Konstruktion

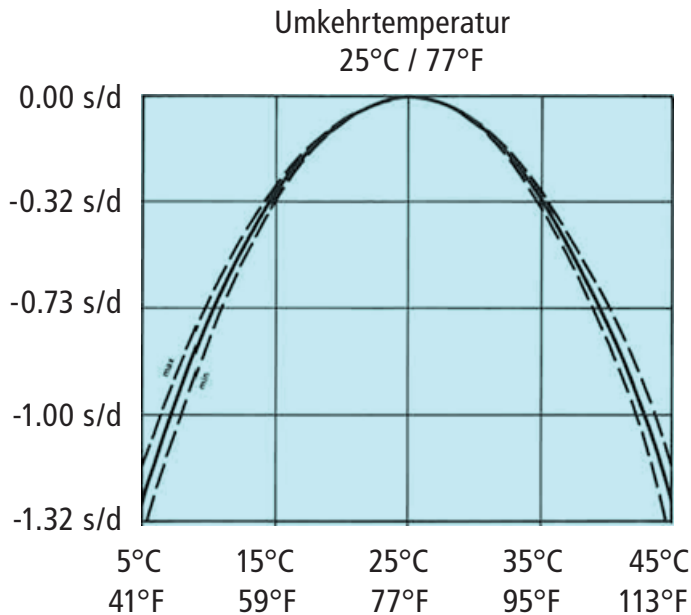


Typischer Stimmgabelquarz auf Gehäuseboden befestigt.

Beide Gabeln werden durch eine anti-parallele Oszillationsbewegung (Flexion) der Stimmgabelebene animiert.

Zeigt im Querschnitt beider Gabeln den Elektroden-Anschluss, sowie die, sich im Inneren des Quarzes bildenden elektrische Felder.

Technische Daten



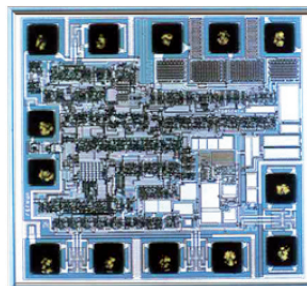
Temperatur und Frequenzabhängigkeit

Wenn die Uhr am Arm getragen wird, beträgt die Temperatur im Inneren der Uhr etwa 28°C / 82.5°F.

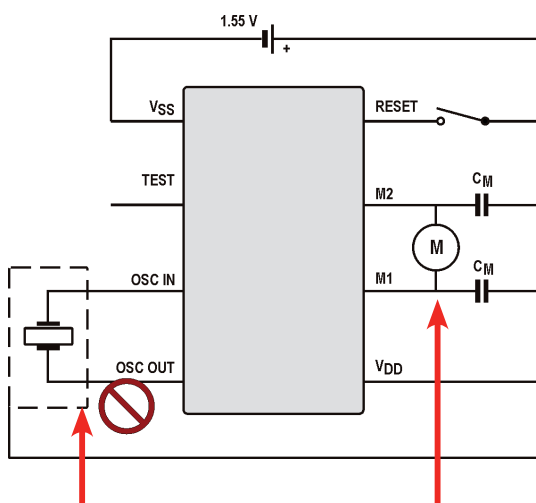
Fazit

Wenn die Quarzfrequenz mit einem Trimmer (veraltet) eingestellt werden kann, sollte der Gang bei Raumtemperatur auf ca. + 0.15 s/d eingestellt sein.

Integrierte Schaltung (IC)



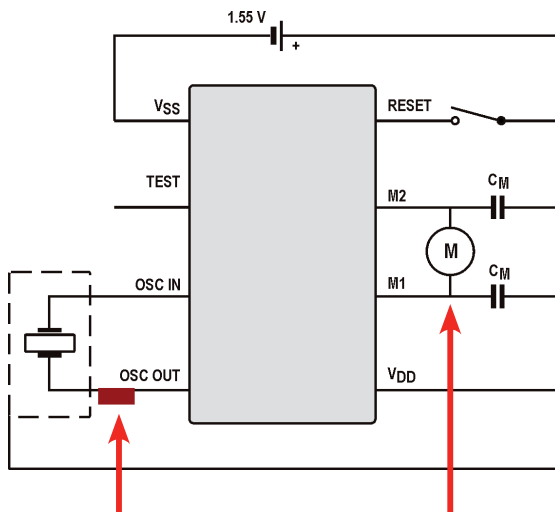
Gangabgleich



Trimmer System

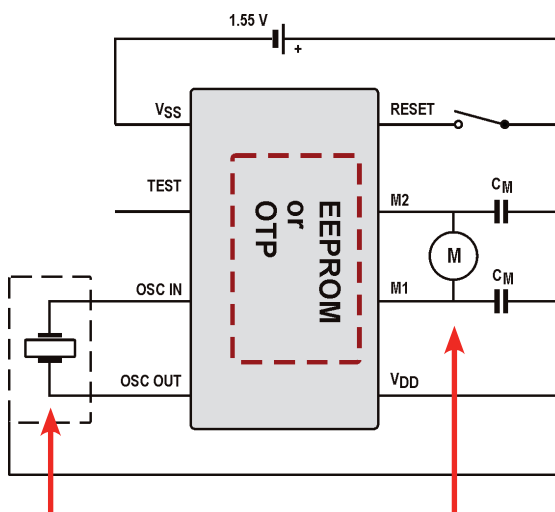
Die Quarzfrequenz kann mit einem Trimmer eingestellt werden (veraltetes System)
Gangmessung über Oszillatorfrequenz oder über die Motorimpulse ergibt **gleiches** Resultat.

Gangabgleich



Mit Chip-Kondensator

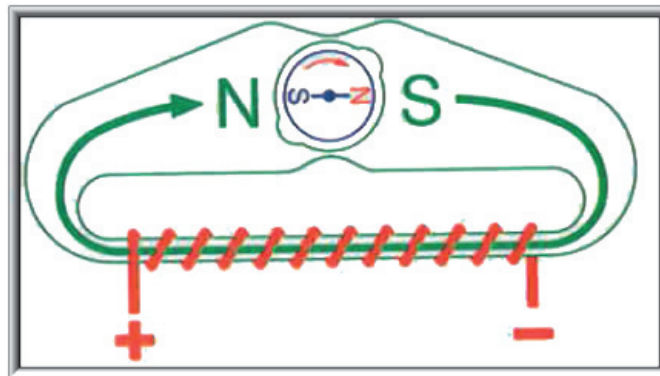
Abgleich der Oszillatorfrequenz im Produktionsprozess mittels Chip-Kondensator. Gangmessung über Oszillatorfrequenz oder über die Motorimpulse ergibt **gleiches** Resultat.



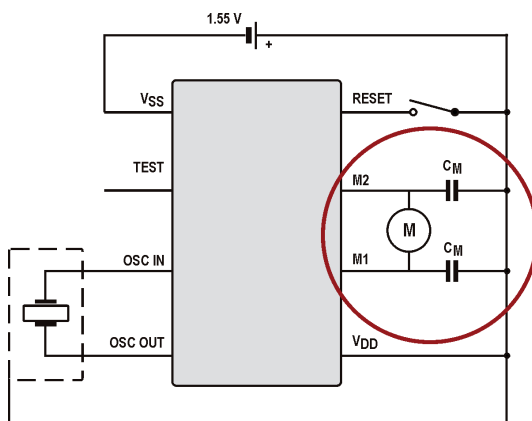
Inhibitionssystem (digitaler Abgleich)

Die Oszillatorfrequenz ist nicht abgleichbar (kein Trimmer oder Chip-Kondensator). Im Frequenzteiler wird während einer Inhibitionsperiode eine programmierbare Anzahl Impulse der Quarzschwingung unterdrückt, d.h. nicht an die nächste Teilerstufe weitergeleitet. Gangmessung nach einer Inhibitionsperiode über Oszillatorfrequenz oder über die Motorimpulse ergibt **nicht das gleiche** Resultat.

Schrittschaltmotor



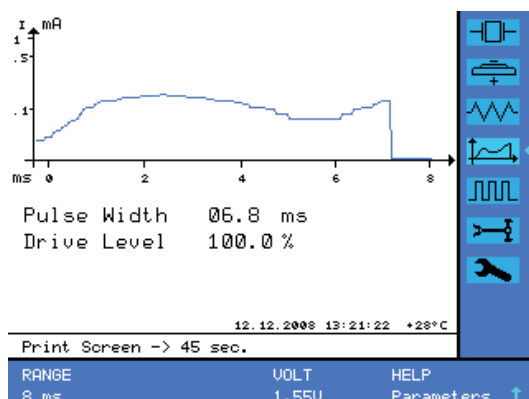
Motor Management Systems



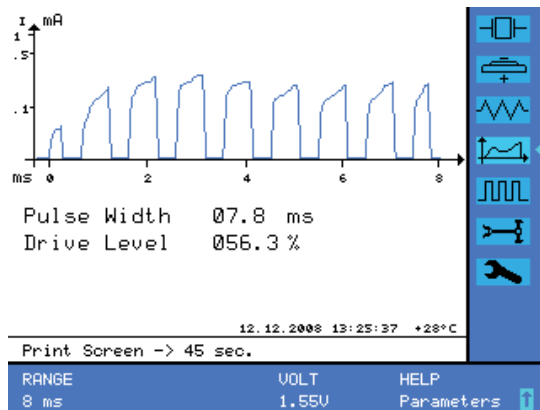
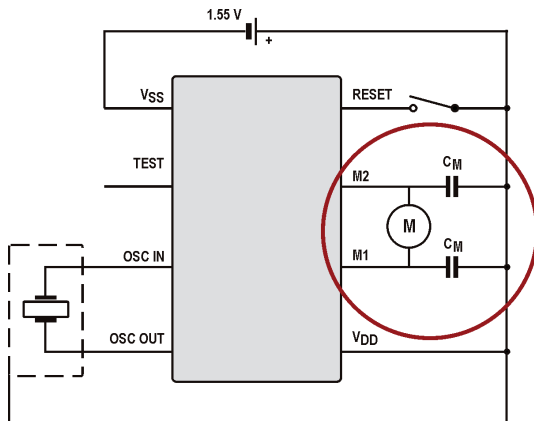
IC ohne adaptive Motorimpulse

Der Schrittschaltmotor wird mit bipolaren Impulsen angetrieben. Die Impulse mit konstanter Pulsdauer sind nicht gehackt (kein Asservissement).

Dieser IC Typ wird meistens für Quarzuhren im unteren Preissegment verwendet.



Motor Management System



IC mit adaptiven Motorimpulsen

Der Schrittschaltmotor wird mit adaptiven (Asservissement), bipolaren Impulsen angetrieben. Das Hackverhältnis wird kontinuierlich dem Leistungsbedarf des Motors angepasst.

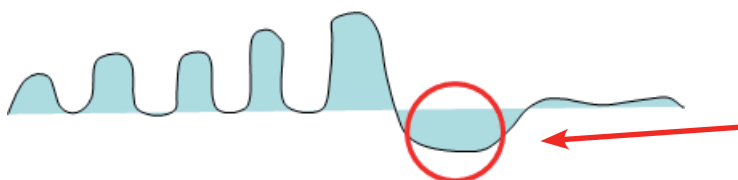
Somit wird der Stromverbrauch gesenkt, was eine Verlängerung der Batterielebensdauer bewirkt.

Dieser IC Typ wird meistens für Quarzuhren im oberen Preissegment verwendet.



Motor-Treiberstufe

Adaptive, bipolar Motorimpulse



Typische Motorimpulsform

Detektionsphase.

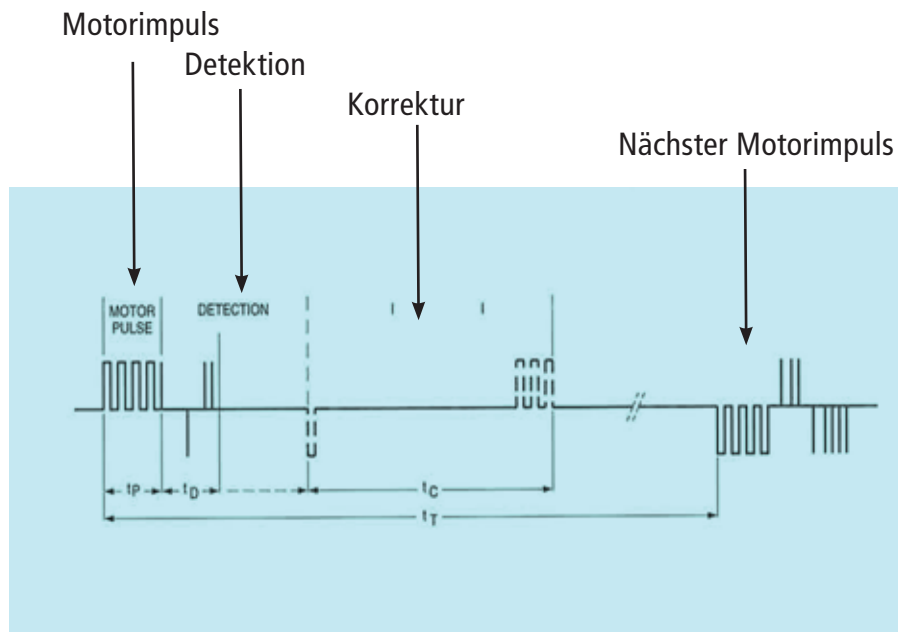
Motor Management System

Hackimpulse - Funktionsprinzip

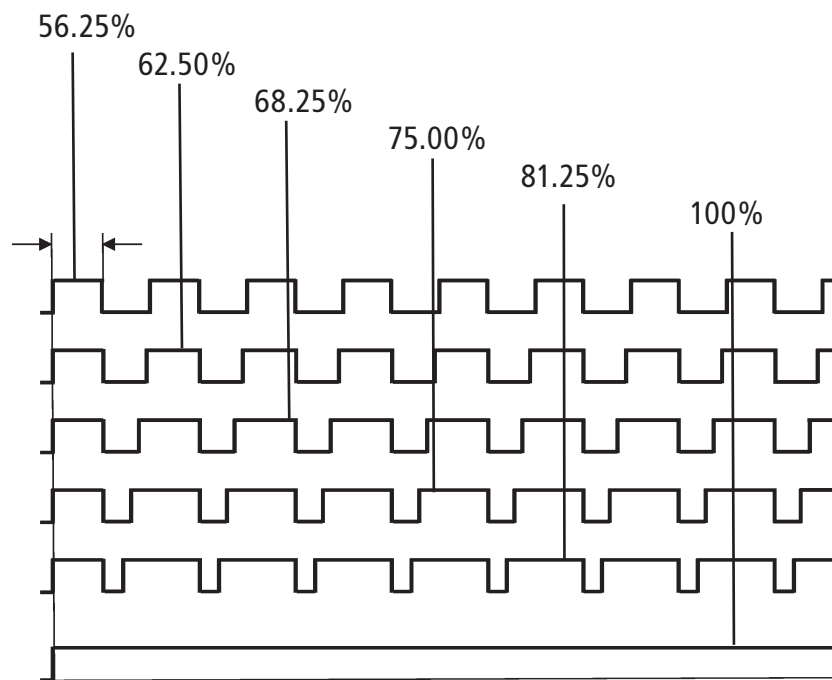
Das Power Management System des IC passt das Hackverhältnis kontinuierlich an den Leistungsbedarf des Schrittschaltmotors an.

Grafische Darstellung eines Beispiels: Impulsweite = 6.8 ms, Impulsperiode = 1 s.

Schritte:



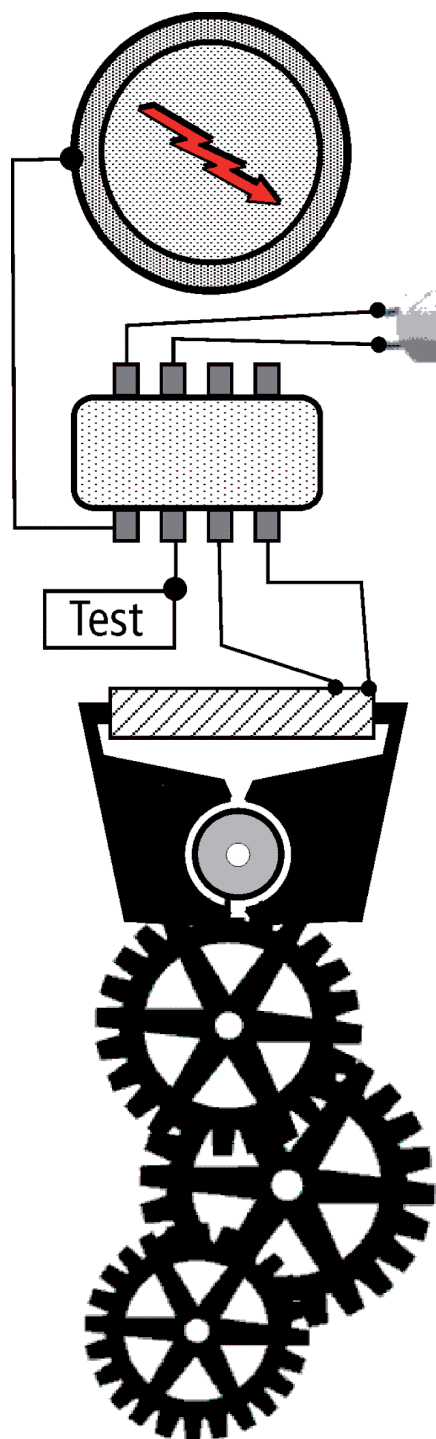
Hackverhältnis:



Ansicht

Teil

Eigenschaften



Batterie

Der **Energiespeicher**

Quarz-Resonator

Der Quarz-Resonator (SiO₂) schwingt normalerweise mit 32768 Hz. Zusammen mit dem IC-Schwingkreis ist er die Zeitbasis der Quarzuhr

Integrierte Schaltung

Der **IC** erfüllt diverse Funktionen:

- Schwingkreis mit Quarzoszillator.
- Frequenzteiler bis auf 1 Hz oder weniger.
- Digitalabgleich (Inhibition).
- Adaptive Hackimpulse.
- Andere Funktionen wie Chrono, Alarm etc.

Schrittschaltmotor

Schrittschaltmotor (Spule, Stator, Rotor) setzt die Motorimpulse in eine Drehbewegung um.

Räderwerk / Zeigerwerk

Bewegt die **Zeiger**, Kalender- und andere **mechanische** Funktionen.

Die Basis für alle Gangmessungen bildet die Aufnahme verschiedener Signale.

Analoge oder Analog/Digitale Quarzuhren



Quarzfrequenz

Akustisch
Kapazitiv

Schrittschaltmotor

Induktiv
(magnetisch)

Digitale Quarzuhren

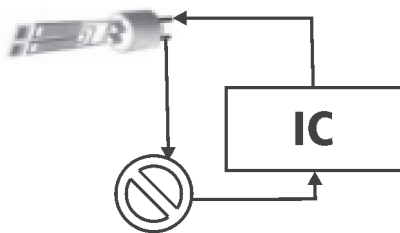


Quarzfrequenz

Akustisch

Treiberfrequenz

LCD Display.
Kapazitiv auf
Uhrenglas: 4, 8,
16, 32 oder 64 Hz.

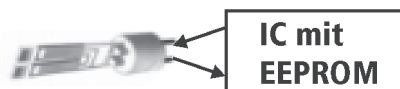


Die Messung der **Quarzfrequenz**, (32768 Hz) erfolgt über den **akustischen** oder **kapazitiven** Sensor. 2 verschiedene Methoden für den Gangabgleich sind heute üblich:

A

Frequenzabgleich des Quarzoszillators mit Trimmer (veraltet) oder Fix-Kondensator.

Die reelle Gangmessung kann über die Quarzfrequenz oder über die Motorimpulse erfolgen.

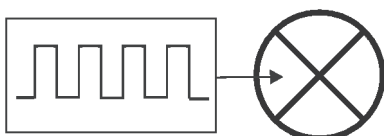
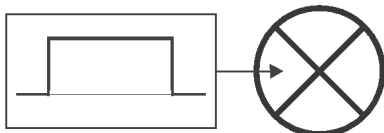


B

Der Quarzoszillators wird nicht abgeglichen. Im Frequenzteiler wird während einer Inhibitionsperiode eine programmierbare Anzahl Impulse der Quarzschwingung unterdrückt.

Die Inhibitionsperiode beträgt normalerweise 60s (bei einigen IC's 20s, 30s oder für hochwertige Uhren 2, 4 und 8 Minuten).

Die Messzeit muss einer oder einer mehrfachen Inhibitionsperiode entsprechen

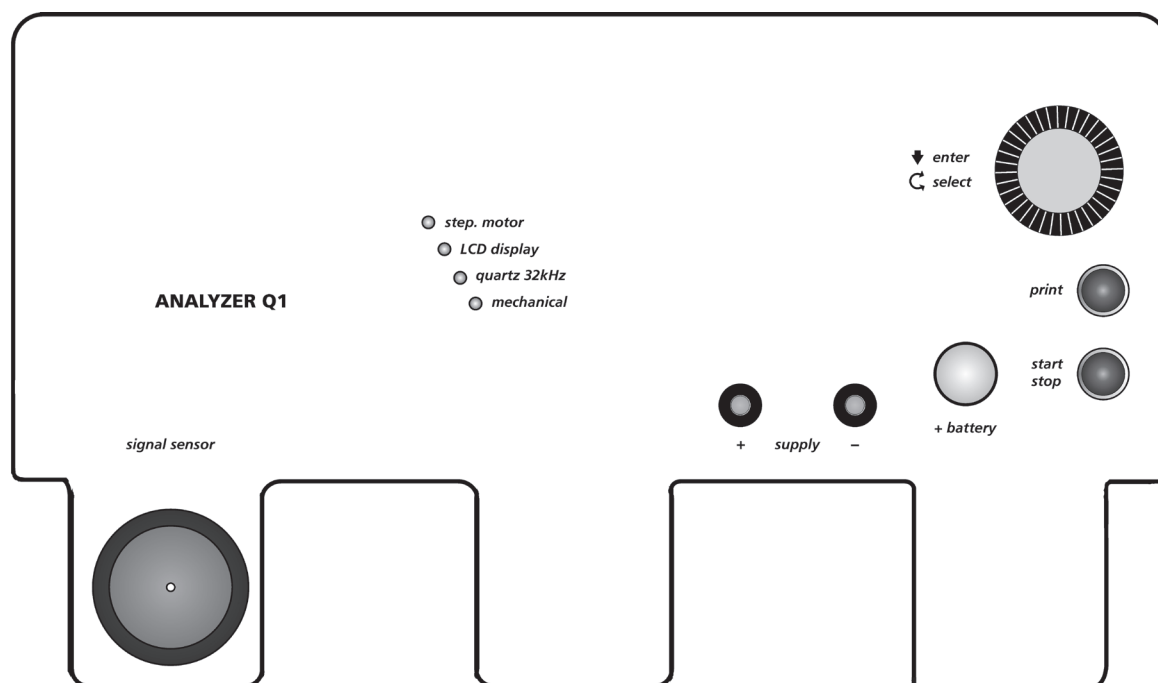


Die **Motorimpulse** werden induktiv erfasst.

Der Schrittschaltmotor wird angetrieben mit:

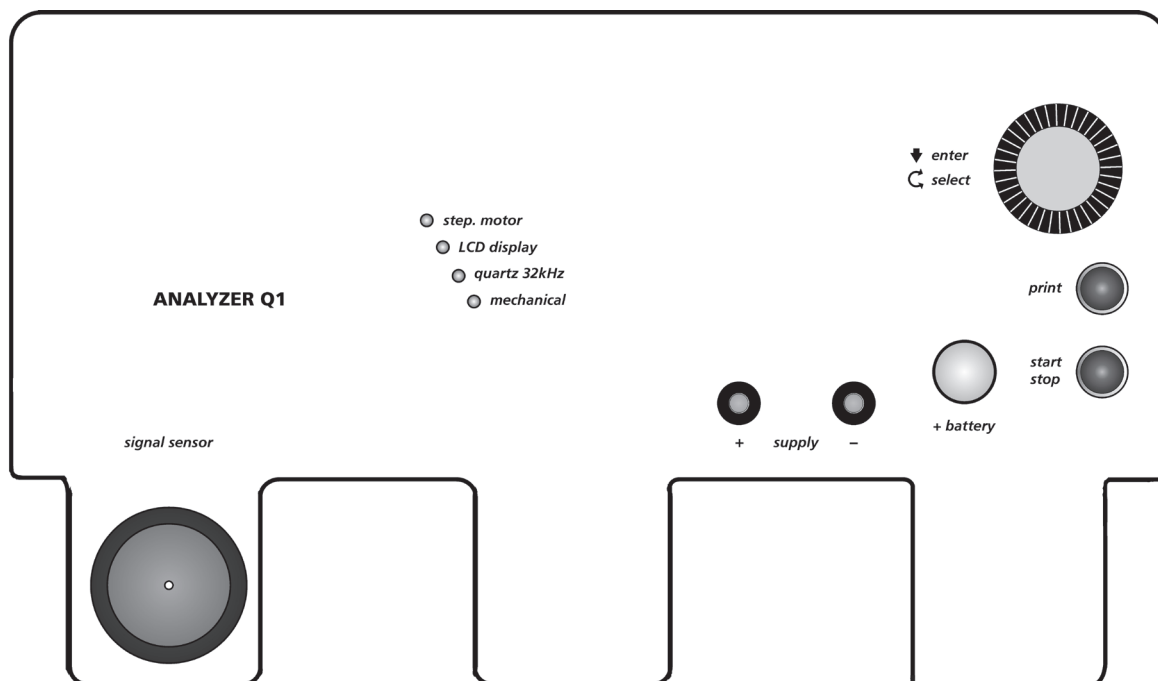
- Festimpulsen mit konstanter oder variabler Impulslänge,
- Hackimpulsen mit konstanter Impulslänge, die sich dem Zustand der Uhr automatisch anpassen (für minimalen Stromverbrauch).

Bedienungselemente und Anzeigen



signal sensor	Signalaufnehmer für kapazitive, magnetische und akustische Signale.	
	Drehknopf für die Wahl der Messfunktionen sowie zur Einstellung der Parameter. Der Knopf hat eine Doppelfunktion: durch Drehen werden die entsprechenden Funktionen, Parameter oder Informationen angewählt und durch Drücken aktiviert.	
	Kurzer Tastendruck Aktiviert angewählte Funktion oder Parametereinstellung.	Langer Tastendruck Rückkehr zum Hauptmenü.
print	Taste zum Resultatausdruck oder zum Übertragen der Messdaten auf einen PC	
	Kurzer Tastendruck Aktuelle Resultate werden als Messprotokoll ausgedruckt.	Langer Tastendruck Der Displayinhalt wird als Grafik ausgedruckt.
start/stop	Taste zum Starten und Stoppen einer Messung.	
	Kurzer Tastendruck Die laufende Messung wird gestoppt und wieder gestartet.	Langer Tastendruck Die Messung wird gestoppt. Neustart erfolgt durch Drücken der Taste.
battery +	+ Batterieauflage für den Batterietest.	
+ supply -	Anschlüsse für die direkte Speisung von Modulen oder Uhrwerken mit zwei beweglichen Kontaktsonden.	

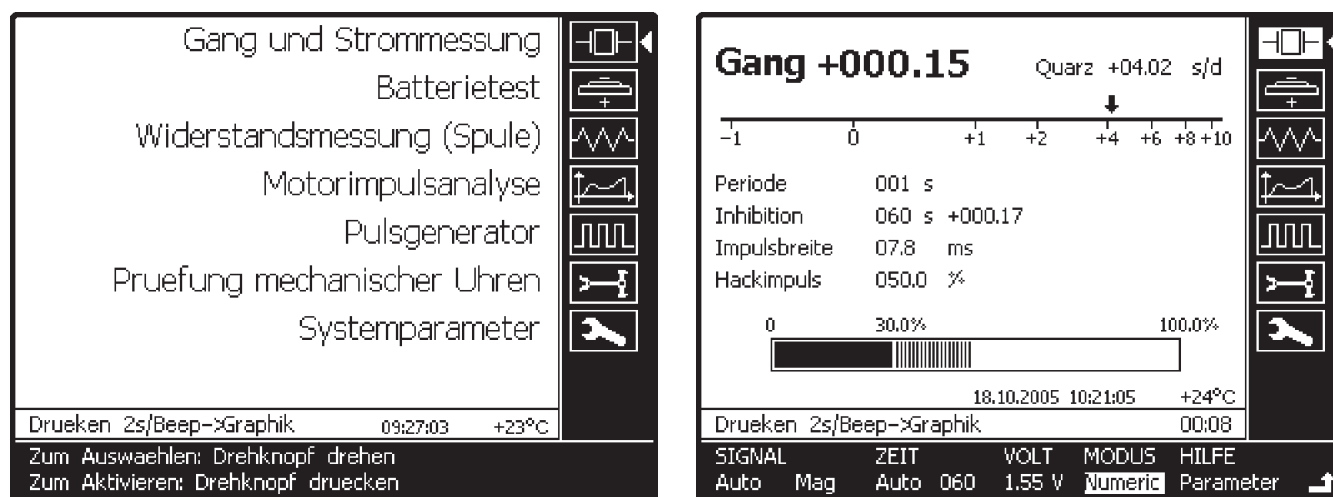
Bedienungselemente und Anzeigen



LED Anzeigen

<i>step. motor</i>	Signalstärke der Motorimpulse, Signalaufnahme magnetisch oder über den Speisestrom.
<i>LCD display</i>	Signalstärke des LCD-Signals (kapazitiv).
<i>quartz 32kHz</i>	Signalstärke des 32 kHz Quarzsignals (akustisch, kapazitiv oder über den Speisestrom).
<i>mechanical</i>	Signalstärke des Uhrengeräusches (akustisch).

Bedienungselemente und Anzeigen



Anzeigepanel

Das für optimalen Betrachtungswinkel schwenkbare Anzeigepanel ist mit einer beleuchteten ¼ VGA LCD-Grafikanzeige (320 x 240 Dot) ausgerüstet.

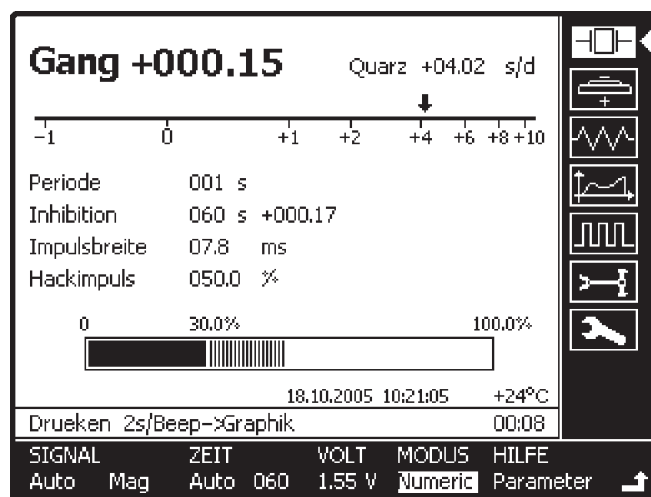
Die Anzeige ist in verschiedene Felder eingeteilt:

- Im rechten Balken stehen die Symbole für die verschiedenen Messfunktionen. Die gewählte Funktion ist weiss unterlegt und mit einem weissen Pfeil markiert.
- Im unteren horizontalen Balken stehen die der gewählten Funktion entsprechenden Parameter und Informationen zur Auswahl. Der angewählte Parameter ist weiss unterlegt und blinkt.
- Im weiss hinterlegten Resultatfeld werden die aktuellen numerischen und grafischen Resultate angezeigt.
Je nach gewählter Funktion enthält dieses Feld auch Informationen oder Parameter.
- Unterhalb des Resultatfeldes ist eine Infozeile mit Informationen zur laufenden Messung.

Ausführliche Beschreibung finden Sie in der Bedienungsanleitung **Analyzer Q1/Twin**.

Prüfungen mit eingebauter Batterie

Quarz + IC Test



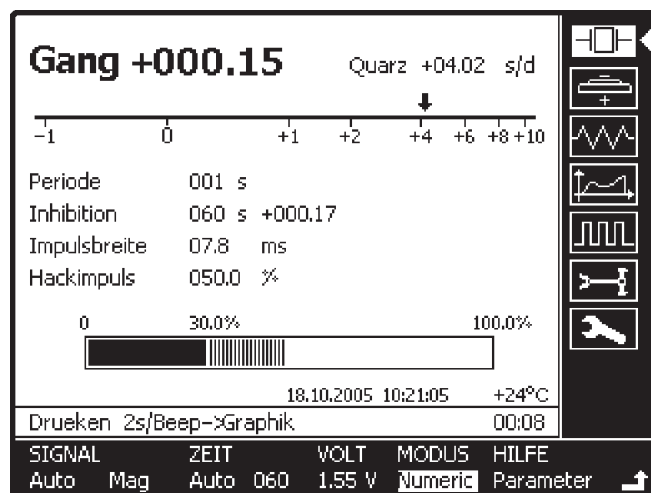
Kurzprüfung des Quarzsignals

- 1 **Gang und Strommessung** im Hauptmenü wählen.
- 2 Uhr auf Aufnehmer **signal sensor** legen
- 3 SIGNAL auf **Auto** oder **Quartz**
- 4 Set TIME to **Auto** wählen.

Prüfung OK wenn:

- 5 Die LED **quartz 32kHz** aufleuchtet.
- 6 Die Ganganzeige **Quarz +0.0** bis +6 s/d beträgt.

Prüfen von Motor & Ganggenauigkeit



über die Motorimpulse

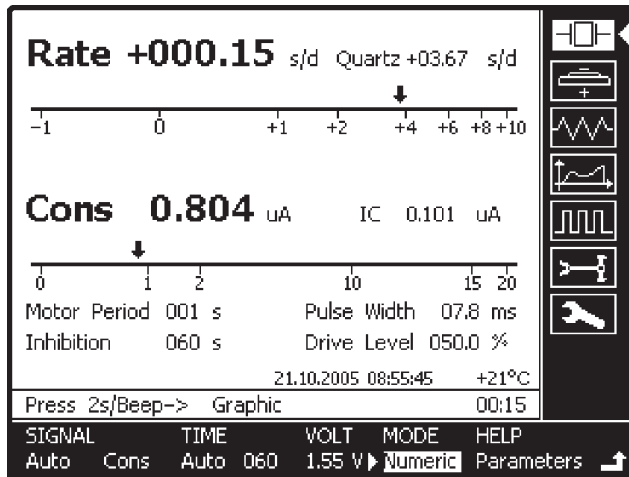
- 1 Uhr auf Aufnehmer **signal sensor** legen.
- 2 SIGNAL auf **Auto**
- 3 TIME auf **Auto**
Die diesbezügliche Messzeit wird automatisch gewählt.

Prüfung OK wenn:

- 4 Die LED **step. motor** im Rhythmus der Motorimpulse blinkt.
- 5 Nach Ablauf der Messzeit eine Gang von +0.0 bis +0.5 s/d angezeigt wird.

Prüfungen mit externer Speisung

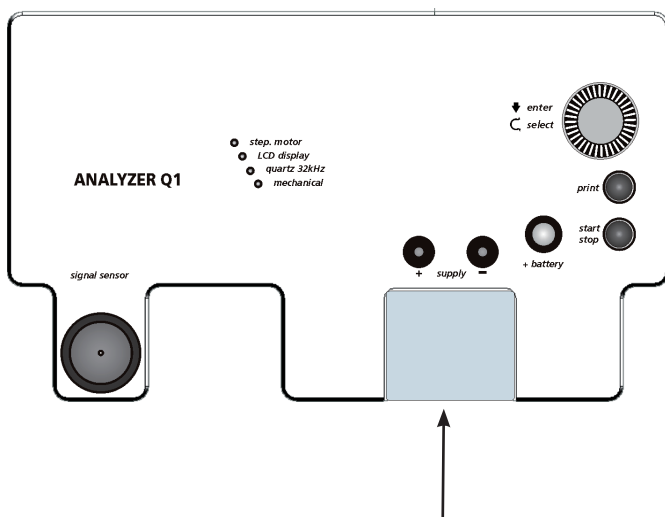
Messen von Gang und Stromverbrauch



Vorgehen

- 1 Uhr auf **Glasfläche** legen und beide Batterieanschlüsse mit Kontaktbügeln mit **+ supply** - verbinden.
 - 2 VOLT auf **1.55 V** stellen oder eine andere Spannung wählen, die der Uhrenbatterie entspricht.
 - 3 SIGNAL und TIME auf **Auto**
- Prüfung OK wenn:
- 5 Die LED **quartz 32kHz** aufleuchtet.
 - 6 Die Ganganzeige **Quarz** +0.0 bis +6 s/d beträgt.

Prüfen von Motor & Ganggenauigkeit

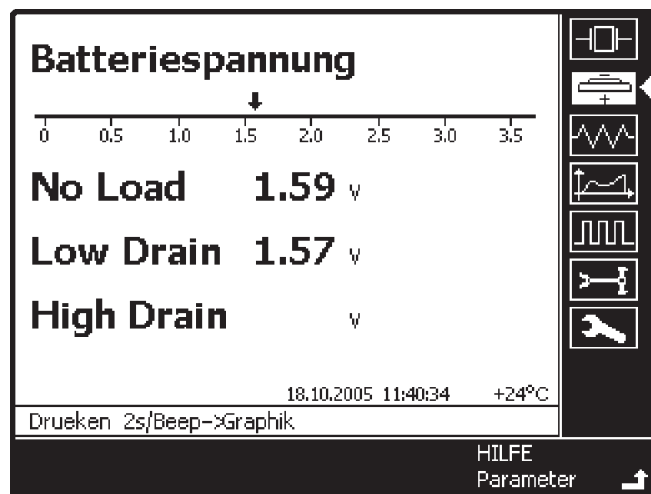


Vorgehen

- 1 Uhr auf **Glasfläche** legen und beide Batterieanschlüsse mit Kontaktbügeln mit **+ supply** - verbinden. Wenn zugänglich, auch den Testpunkt **RT/T** des IC's mit **- supply** verbinden. Somit wird der beschleunigte Test aktiviert.
- 2 VOLT auf etwa **0.50 V** stellen.
- 3 Zeiger im Spiegel betrachten. Mittels Drehknopf die Speisespannung langsam erhöhen, bis die Zeiger sich zu drehen beginnen.
- 4 Der angezeigte Spannungswert ist die **minimale Betriebsspannung**.

Batterie- und Spulentest

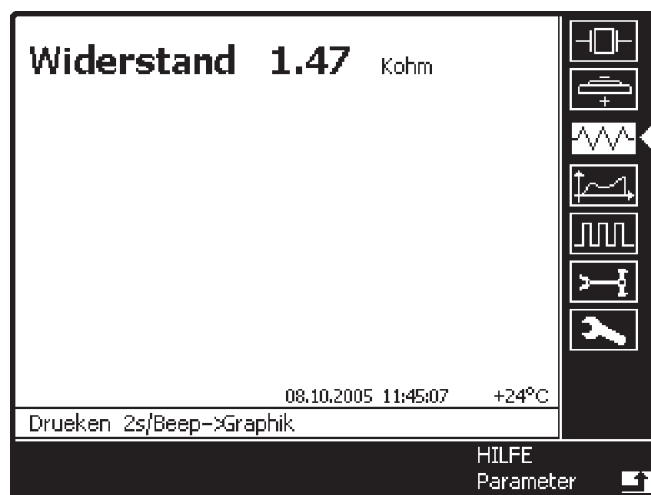
Batterietest



High Drain Spannung

Batterie gut: höher als 1.4 V
Ende Lebensdauer: unter 1.20 V

Spulenwiderstand / Isolation



Vorgehen

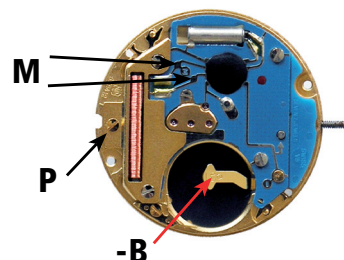
- 1 **Batterietest** im Hauptmenü wählen.
- 2 Batterie mit der + Seite auf die Kontaktierungsfläche der Auflage + **battery** legen und mit dem schwarzen Kontaktierbügel kontaktieren.
- 3 Ein Belastung von 2 k Ω wird alle Sekunden für eine Dauer von 10ms automatisch zugeschaltet, sobald eine Batterie kontaktiert wird.
Für high drain Batterien die **start** Taste drücken; für die Dauer von 1 s wird eine Belastung von 100 Ω zugeschaltet.
- 4 **Silberoxyd Batterien:** typische Werte.
Spannung ohne Belastung + **Low Drain**
Batterie gut: 1.45 bis 1.6 V
Ende Lebensdauer: unter 1.40 V

Lithium Batterien

Spannung ohne Belastung + **Low Drain**
Batterie gut: 2.9 bis 3.2 V
Ende Lebensdauer: unter 2.8 V

Vorgehen

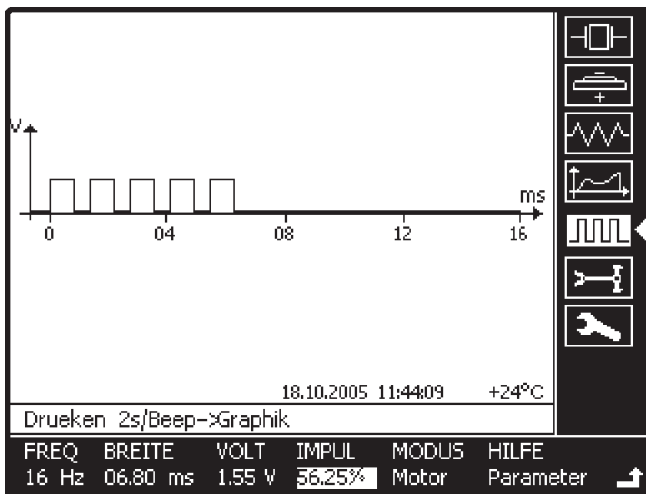
- 1 **Widerstandsmessung (Spule)** im Hauptmenü wählen.
- 2 **Spulentest.** Spulenanschlüsse (**M**) mit den Prüfspitzen kontaktieren.
Normalwerte: ca. 1 bis 2.5 k Ω
- 3 **Spulenisolation.** Ein Spulenanschluss und Platine (**P**) kontaktieren. Normalwerte: ca. 700 k Ω bis x M Ω
- 3 **Uhrwerkisolation.** Platine (**P**) und - Batterieanschluss (**-B**) kontaktieren.
Normalwerte: ca. 700 k Ω bis x M Ω



Prüfen von Schrittmotoren mit dem Pulsgenerator

Mit dem Pulsgenerator kann der Schrittmotor und der mechanische Teil einer Quarz-Analoguhr unabhängig von der elektronischen Schaltung geprüft werden. Sie können den Schrittmotor beschleunigt betreiben, so dass mechanische Fehler, wie streifende Zeiger oder Probleme beim Datumwechsel, rasch sichtbar werden.

Pulsgenerator



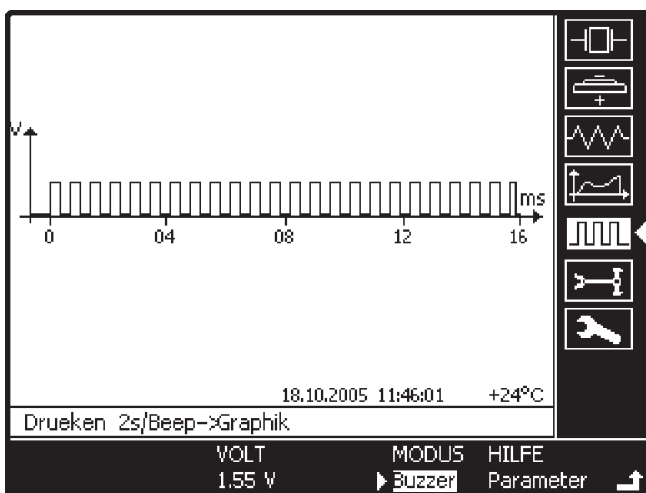
Vorgehen

- 1 **Pulsgenerator** im Hauptmenü wählen.
- 2 MODUS auf **Motor** stellen.
- 3 BREITE und IMPUL gemäss Prüfanleitung des Herstellers einstellen.
- 4 Batterie entfernen und Spule mit den beweglichen Prüfspitzen kontaktieren.
- 5 VOLT Parameter auf ca. **0.5 V** einstellen. Mit Drehknopf Spannung langsam erhöhen, bis sich die Zeiger in Bewegung setzen. Das Uhrwerk muss mit einer Spannung von **unter 1.35 V** funktionieren.
- 6 Gemäss Herstellerangaben kann der Funktionstest mit verschiedenen Parametereinstellungen stattfinden.

Buzzer Test

Das Gerät liefert ein bipolares Testsignal mit einstellbarer Spannung und einer festen Frequenz von 2 kHz.

Pulsgenerator



Vorgehen

- 1 **Pulsgenerator** im Hauptmenü wählen.
- 2 MODUS auf **Buzzer** stellen.
- 3 VOLT Parameter gemäss Prüfanleitung des Herstellers einstellen.
- 4 Kontaktpunkte des Buzzers mit den beweglichen Prüfspitzen kontaktieren.
- 5 Der Buzzer ist in Ordnung, wenn der Signalton gut hörbar ist.

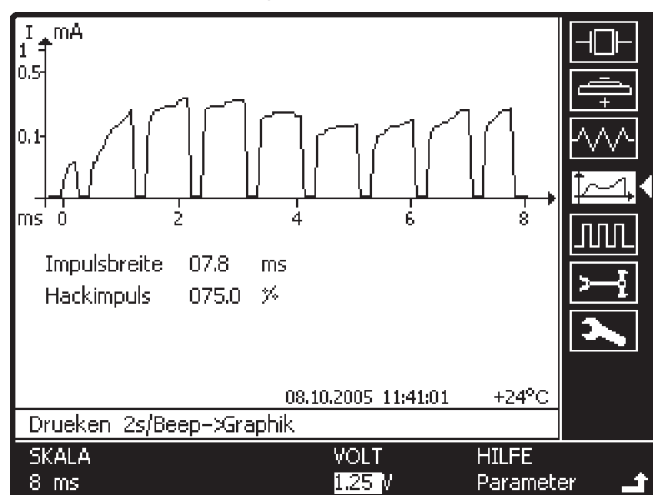
Oszillogramm der Motorimpulse

Der Analyzer Q1 ermöglicht die Aufzeichnung des Motor-Stromimpulses in Form eines Oszillogramms. Die Form des Stromimpulses gibt, neben den Impulsparametern, zusätzliche Informationen über den Zustand der Uhr.

Insbesondere durch vergleichende Messungen mit einer guten Uhr vom gleichen Typ können Fehler im mechanischen Teil der Uhr festgestellt werden.

Die Impulsbreite und das Hackverhältnis werden in numerischer Form angezeigt.

Motorimpulsanalyse



Vorgehen

- 1 **Motorimpulsanalyse** im Hauptmenü wählen.
- 2 Uhrwerk mit dem Gerät speisen und den VOLT Parameter gemäß Prüfanleitung des Herstellers einstellen, meistens **1.55 V**.
- 3 SKALA gemäß Impulsbreite einstellen.
- 4 Die Speisespannung kann mit dem VOLT Parameter geändert werden, um z.B. die Uhr mit reduzierter Spannung zu prüfen.

Die Uhr läuft nicht mehr

Test	Ursache / Fehlerdiagnose
Batterie Batteriespannung und Dichtung überprüfen. Gehäuse und Batterie-Einbauplatz auf eventuelle Salzkristalle untersuchen.	Batterie ist defekt Batterie-Einbauplatz reinigen. Neue Batterie einsetzen.
Motorspule Spulenwiderstand und Isolation prüfen.	Motorspule ist defekt Spule ersetzen. Wenn die Spule fest mit dem Modul verbunden ist, dann muss das ganze Elektronikmodul ersetzt werden.
Oszillator und IC Ganggenauigkeit, Stromverbrauch, Stromverbrauch im Resetmodus prüfen (Krone in Zeigerstellung position)	Kein Signal für Gangmessung vorhanden IC oder Quarzoszillator ist defekt: elektronisches Modul wechseln. Resetmodus funktioniert nicht Untersuchen ob Resetfunktion vorhanden ist. Wenn ja, Mechanismus reinigen und überprüfen.
Schrittschaltmotor Uhrwerk mit Nennspannung speisen. Resetfunktion mit Krone in Zeigerstellung prüfen	Schrittschaltmotor dreht nicht Prüfen ob: - Stahlteilchen den Rotor oder das Räderwerk blockieren - Teilchen zwischen Krone und Gehäuse den Reset Mechanismus behindern - Zeiger von innen am Uhrenglas streifen - Zeiger kein axiales Spiel haben Je nach Prüfergebnis: - Teilchen entfernen und Mechanik reinigen - Zeigerpositionen richten - Zeigerstellmechanismus reinigen/ evtl. Auswechseln einiger Teile
Anlaufspannung Speisespannung reduzieren bis Uhr stoppt oder umgekehrt, Spannung erhöhen bis Uhr wieder läuft.	Anlaufspannung ist zu hoch Wie oben vorgehen.

Dichtigkeitsprüfung Prüfmethoden Bedienung des Proofmaster S



Normen für die Dichtigkeitsprüfung

Grundnormen für alle Definitionen, Prüfprozesse, Toleranzen usw.

ISO 6425

Uhren mit der Bezeichnung **“Taucheruhr”** müssen übereinstimmend mit dieser Norm geprüft werden.

ISO 22810

Uhren mit der Bezeichnung **“Wasserdicht”** müssen übereinstimmend mit dieser Norm geprüft werden.

Für die Markierung der Armbanduhren, welche die Mindestanforderung dieser Norm erfüllen, darf pro Sprache nur ein Ausdruck verwendet werden:

in Deutsch: Wasserdicht in Französisch: Etanche in Englisch: Water Resistant

Parktische Hinweise zur Bezeichnung **“Wasserdicht”**

Uhren die als **“Wasserdicht”** bezeichnet werden, müsse widerstandsfähig gegen Schweiss, Wassertropfen, Regen usw. und gegen Eintauchen in Wasser sein.

- bei einer Tiefe von 10 cm (Überdruck von 0.01 bar) für über 1 Stunde.
- bei einer Tiefe von 20 Meter (Überdruck von 2.00 bar) für über 10 Minuten.

Mindestanforderung (Norm ungesetzt **auf Luftdruckmessung**)

Eine Uhr entspricht diesen Anforderungen wenn:

die **Luftpenetration in die Uhr** unter einem Überdruck von **2 bar**
nicht **mehr als 50µg** (Mikrogramm) **pro Minute beträgt**.

Deformationsverfahren - Referenz ISO Norm 22810

Die Norm ISO 2281 berücksichtigt das Volumen der Uhr nicht, d.h. die Leckrate von 50 µg pro Min. gilt für alle Uhren, unabhängig von deren Grösse.

Bei der Prüfung nach dem Deformationsprinzip (Proofmaster S) ist die Rückbildung der Deformation abhängig vom freien Volumen in der Uhr. Eine Uhr mit einem kleineren Volumen zeigt bei der gleichen Menge eingedrungener Luft eine grössere Rückbildung der Deformation. Für eine Prüfung in Anlehnung an die Norm muss die Dichtigkeitslimite entsprechend dem freien Volumen in der Uhr programmiert werden. Die ungefähren Werte betragen: -0.5% für grosse Uhren, -1% für mittlere Uhren (Standardwert) und -2% für kleine Uhren.

Vorsichtsmassnahmen bei Verwendung

Zur Wahrung der Uhrenmerkmale über einen längeren Zeitraum, wissend, dass die Wasserdichtigkeit keine definitive und erworbene Eigenschaft ist, wird dem Benutzer angeraten:

- die Uhr durch einen Sachverständigen gemäss den Herstellerangaben auf Wasserdichtigkeit prüfen, und dies immer wenn die Uhr geöffnet wurde. In diesem Fall empfiehlt es sich, den Luftdruck Test durchzuführen,
- beim Kauf darauf achten, dass das Armband für den Verwendungszweck geeignet ist,
- die Uhr nicht übermässigen und plötzlichen Temperaturschwankungen auszusetzen,
- die Uhr gegen Stürze und Erschütterungen zu schützen (nach jedem heftigen Schlag die Uhr auf Wasserdichtigkeit prüfen),
- auf das Betätigen der Bedienelemente (Drücker oder Krone) unter Wasser und ausserhalb des Wassers wenn die Uhr nass ist, zu verzichten,
- nach jeder Bedienung, z.B. Zeiteinstellung, Krone und Drücker in die Ausgangslage zu rücken oder zu schrauben (falls anwendbar),
- die Uhr Gebrauch in Meerwasser mit frischem Wasser zu spülen.



Prüfmethoden

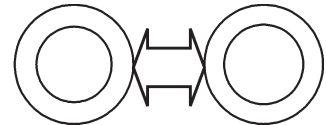
In der Industrie und im Service werden heutzutage drei Hauptverfahren für die Prüfung der Wasserdichtigkeit angewandt.

Differenzmessung (Volumenvergleich)

Mit einem Eichzyklus werden folgende Werte ermittelt:

1. Messung: Gesamtvolumen der Messkammern ohne Uhren
2. Messung: Volumen der Uhren
- Resultat: Freies Restvolumen der Kammern

Im Arbeitszyklus beobachtet das Gerät die Veränderung des geeichten freien Restvolumens und zieht daraus den Schluss, ob die Uhren dicht sind oder nicht.



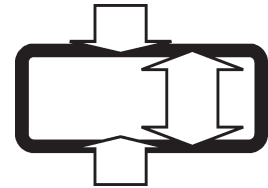
Anwendung

Ideal für Industrie und Serienproduktion (ungeeignet für den Service) .

Deformationsmessung (Proofmaster S)

In einer Messkammer wird ein bestimmter Druck oder Vakuum aufgebaut. Die Aussengeometrie der Uhr wird auf Grund der Elastizität des Gehäuses deformiert.

Die Sensorik des Gerätes verfolgt nun während dem ganzen Messvorgang die Rückdeformation der Uhrengehäuseteile und schliesst daraus, ob die Uhr den eingegebenen Dichtigkeitstoleranzen entspricht oder nicht.



Anwendung

Für kleine und mittlere Serien; Reparaturservice und Detailhandel

Kondensationstest

Die Uhr wird unter Druck in Wasser geprüft und anschliessend auf einer Heizplatte während ca. 30 min. auf 40 bis 45 Grad erhitzt.

Auf das warme Glas wird nun ein 18 - 25 Grad warmer Wassertropfen gegeben.

Uhren mit einem kleinen Leck können dabei an der Innenseite des Glases einen Kondenswasser-Niederschlag aufweisen.



Anwendung

Produktion und Labor.

Die häufigsten Gründe der Undichtigkeit

Die Haupt-Gründe für die Wasserundichtigkeit kann man in 3 Gruppen unterteilen.

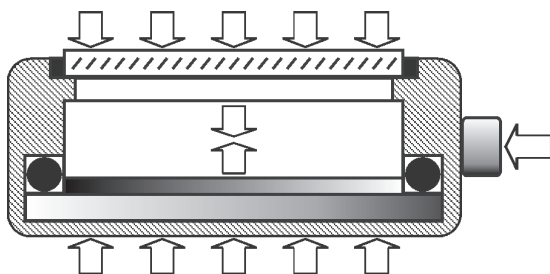
- Undichtigkeit auf Grund der schlechten (unrunden und unflachen) Bearbeitung bei der Herstellung des Gehäuses, und anderen Komponenten.
- Undichtigkeit auf Grund der Deformation der Gehäuseteile und der Dichtungen beim Überdrucktest. Diese Undichtigkeiten treten nur beim Überdrucktest auf.
- Undichtigkeit auf Grund einer ungenauen Montage und des zu kleinen Anpressdruckes von Komponenten (Sitz der Glas und Bodendichtung, Batteriefach). Speziell diese Fälle von Undichtigkeiten können nur mit kleinem Prüfdrücken, aber viel besser mit Unterdruck festgestellt werden.

Die Belastung der Teile bei der Prüfung mit Über- oder Unterdruck ist sehr unterschiedlich.

Unterschied zwischen Druck- und Vakuumprüfung

Druckprüfung

Bei der Prüfung mit Überdruck werden die Teile durch Druck zusammengehalten bzw. zusammengepresst.

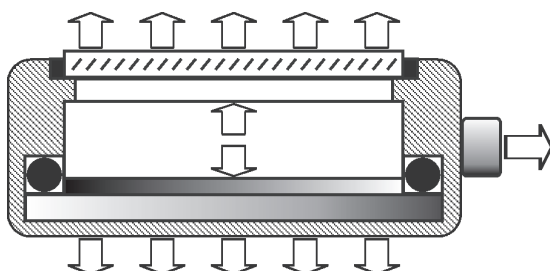


Hauptgründe / Undichtigkeit

- Defekte, alte und verschmutzte Dichtung (Krone / Boden / Glas).
- Poröse und alte Gläser mit Rissen (Acryl).
- Defekte Kronen.
- Nicht konforme Gläser.

Vakuumprüfung

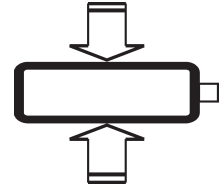
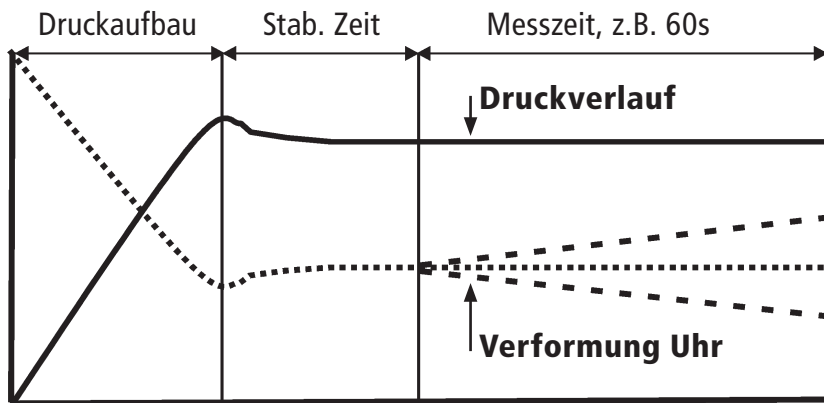
Bei der Prüfung mit Unterdruck halten die Komponenten unter einander nur durch ihre eigene Vorspannung und durch ihre richtige Dimension (Passsitze).



Hauptgründe / Undichtigkeit

- Nicht konforme Dichtungen, z.B. zu dünn (Krone / Boden / Glas).
- Schlecht montierte Gläser oder Dichtungen für Kronen, Böden und Batteriefächer.
- Kronentubus unrund.

Gehäuseverformung unter Druck



Dichtigkeitslimite (-Wert Rückverformung)

Akzeptable Testresultate

Damenuhr: $\leq -2.5\%/min.$ Uhr ok

Herrenuhr standard: $\leq -1.0\%/min.$ Uhr ok

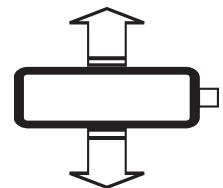
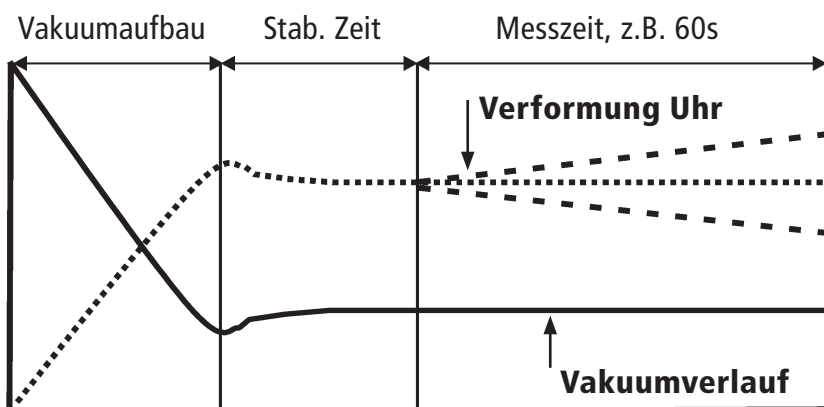
0-Verformung (sehr hartes Material) Uhr ok

Andauernde +Verformung während Test:

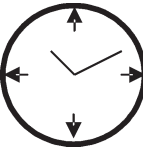
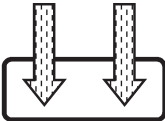
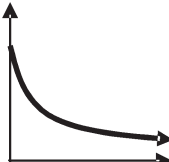
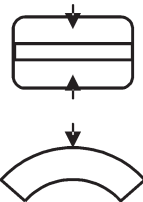
= hohe Material-Elastizität, z.B. Plastik

Resultat: $+0.1\%/min.$ bis $+x\%/min.$

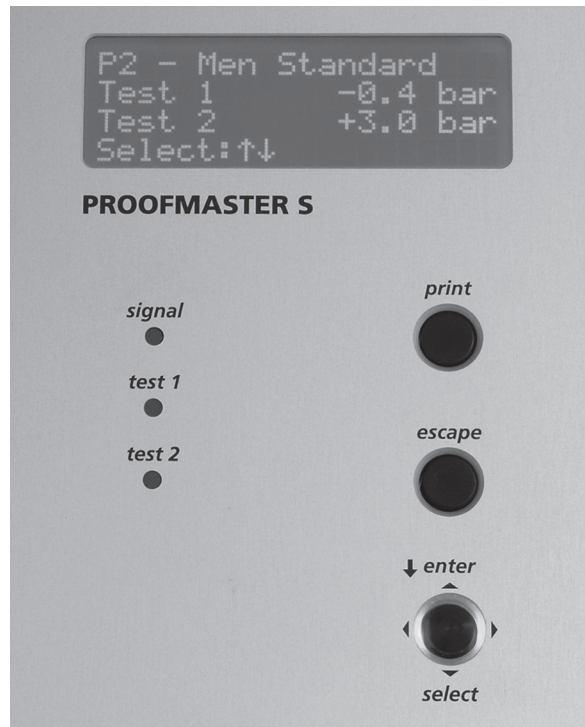
Uhr ok



Gehäuseverformung unter Vakuum

Methode	Beschreibung
Prüfung unter Druck	 Dichtigkeitsprüfung unter Druck Nach Angaben des Herstellers. +0.2 bis +10 bar
Prüfung unter Vakuum	 Dichtigkeitsprüfung unter Vakuum Der Unterdrucktest eignet sich vor allem zum Auf- finden kleiner Lecks und Montagefehler von Gehäus- seteilen. Der Vakuumtest entspricht normalen Belas- tungen der Uhr beim Duschen, Schwimmen, Schnor- cheln usw.
50 µg Luftpenetration pro Minute ohne Berücksichtigung der Gehäusegrösse.	 Die Dichtigkeitslimite von 50µg Luftpenetration pro Minute entspricht einer Rückverformung des Gehäuses von ca. 1%. Parameter für Dichtigkeitslimite Uhr kleiner als 20 mm: -2.0% /min. Uhrengösse 20 - 40 mm: -1.0% /min. Uhr grösser als 40 mm: -0.5% /min.
Messzeit	 Die Messzeit kann manuell von 15 bis 600 Sekun- den oder automatisch gewählt werden. Witschi empfiehlt die automatische Wahl der Messzeit.
Unter Berücksichtigung des Gehäusematerials und der Uhrenform	 Material und Gehäuse-Design beeinflussen die Verformung. Der Proofmaster S verfügt deshalb über 3 verschie- dene Einstellungen: Soft Kunststoffgehäuse und dünnwandige Metallgehäuse mit grosser Verformung. Stnd für normale Uhren mit Metallgehäuse und mittlerer Verformung. Hard für Uhren mit sehr hartem Gehäuse (Keramik, Hartmetall) und kleiner Verformung.

Bedienundselemente und Anzeigen



print	Taste zum Ausdrucken der Prüfergebnisse oder für die Datenübertragung an einen PC.
escape	Taste zum Abbrechen einer laufenden Prüfung oder: - zurück zum Programm P1 Safe Test - zurück ins Hauptmenü, wenn ein Programm editiert wird.
select	Cursortaste. Durch Drücken nach oben oder unten wird ein Prüfprogramm gewählt oder ein angewählter Parameter verändert. Durch Drücken der Taste nach links oder rechts wird im Programmiermodus ein Parameter sowie Prüf- und Resultatmodus und das Leakfinder Programm gewählt.
enter	Durch senkrechtes Drücken der Cursortaste wird die vorgenommene Selektion bestätigt und gelangt weiter zum nächsten Eingabeschritt.
LED signal	Leuchtet gelb, wenn der Sensor korrekt auf die Uhr abgesenkt wurde.
LED I	Test 1 gut (grün), schlecht (rot).
LED II	Test 2 gut (grün), schlecht (rot).

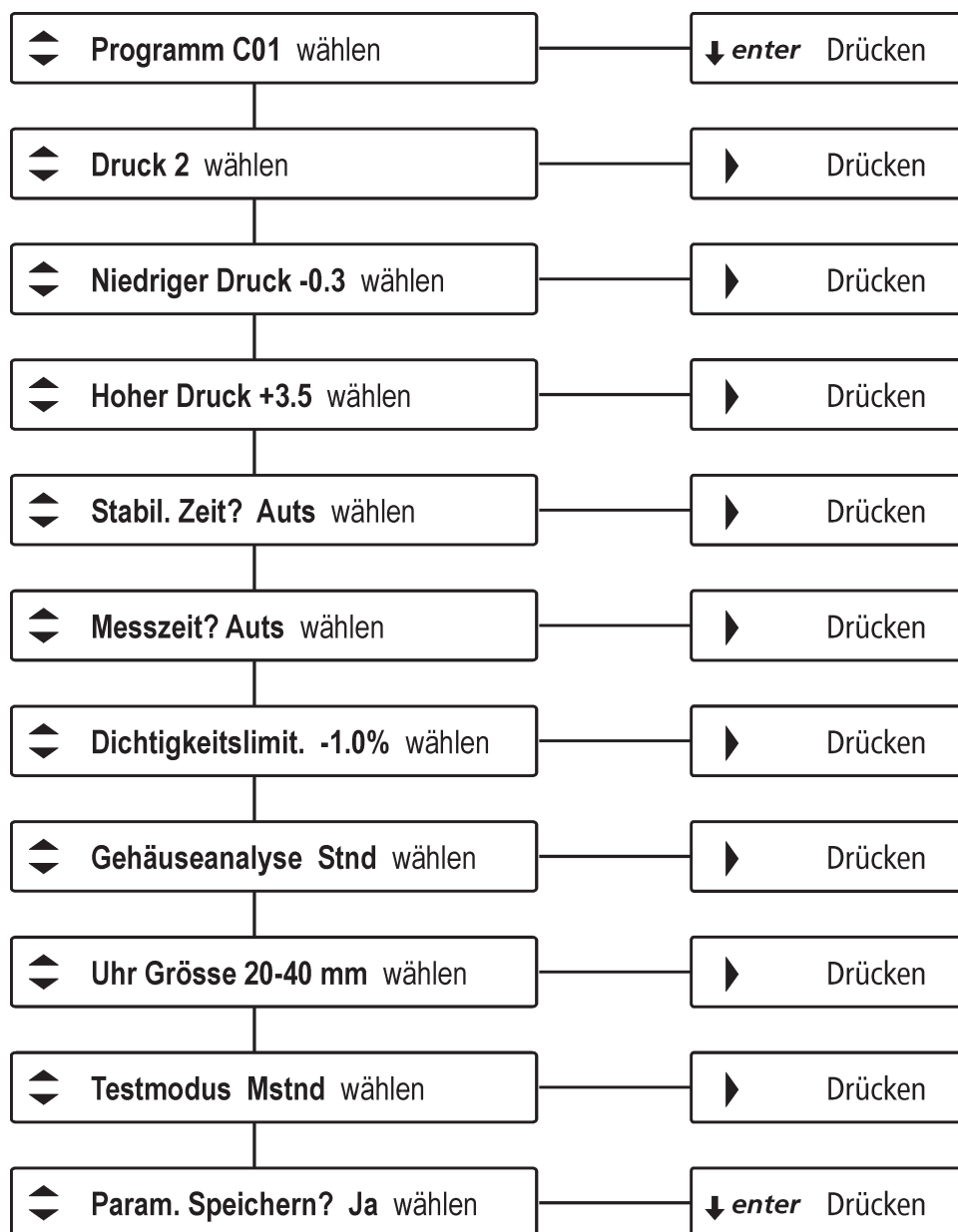
Ausführliche Beschreibung finden Sie in der Bedienungsanleitung **Proofmaster S**.

Witschi's Proofmaster S ist ein sehr zuverlässiges und professionelles Testinstrument. Vordefinierte Universalprogramme, frei programmierbare Prüfzyklen und eine übersichtliche Menüführung garantieren einfachste Handhabung und eine zuverlässige Prüfung für alle Uhren. 18 verschiedene Prüfprogramme stehen zur Verfügung:

- 8 vordefinierte Programme deren Parameter für verschiedene Uhrentypen optimiert sind.
- 10 kundenspezifische Programme. Die Parameter werden entsprechend den Bedürfnissen festgelegt.

Vordefinierte und kundenspezifische Programme können durch Drücken der Cursortaste nach oben oder unten angewählt werden.

Beispiel - Prüfprogramm editieren. Mit der **Cursortaste** einfach zu handhaben.



Leakfinder-Programm

Das spezielle **Leakfinder-Programm** öffnet neue Dimension an Uhren Lecks zu lokalisieren. Uhren mit und ohne Armband können geprüft werden.

Wie funktioniert das Leakfinder-Programm?

Die Uhr wird im Leakfinder-Programm während längerer Zeit unter Druck gesetzt. Wenn die Uhr undicht ist, baut sich durch die eindringende Luft ein Überdruck auf.

Wenn die Uhr nicht mehr dem Druck ausgesetzt ist, tritt die eingedrungene Luft an der Leckstelle wieder aus.

Anwahl des Leakfinder-Programms

Der Proofmaster S bietet zwei Möglichkeiten zur Benützung des Leakfinder-Programms:

Der Hinweis zur Benützung des Leakfinder-Programms erscheint auf dem Display automatisch nachdem eine Uhr den vorgängigen Test mit einem schlechten Ergebnis (undicht) abgeschlossen hat. Der Kunde hat nun die Wahl, die Uhr für die Leckortung im Wasser vorzubereiten oder nicht..

Das Leakfinder-Programm kann als selbstständiger Test, unabhängig von anderen Programmen benutzt werden, d.h. ohne vorherigen Test in einem anderen Prüfprogramm.

Angewählt wird das Leakfinder-Programm durch Drücken des Cursors nach links oder nach rechts.

Prüfen im Wasser

Wenn am Ende der Prüfung die Meldungen

CONTINUE WATERTEST

erscheint, die Uhr raschmöglichst aus dem Gerät entfernen und in einen durchsichtigen, mit Wasser gefüllten Behälter legen.

Falls die Uhr ein Leck hat, treten an der Leckstelle Blasen aus. Bei einem kleinen Leck bilden sich die Blasen sehr langsam und es kann einige Minuten dauern bis die Leckstelle eindeutig identifiziert ist. Um Kalkrückstände auf der Uhr zu vermeiden, wird empfohlen destilliertes Wasser zu verwenden.

Vorsicht!

Nehmen Sie die Uhr aus dem Wasser, wenn bei einem größeren Leck die Blasenbildung nachlässt. Wenn der Überdruck in der Uhr vollständig abgebaut ist, kann Wasser in die Uhr dringen.



Vordefinierte Programme

Tabelle mit 8 vordefinierten Programmen. Die vordefinierten Programme sind für verschiedene Uhrentypen optimiert und können nicht verändert werden.

P1 - Safe Test Test 1 - 0.2 bar Test 2 + 2.0 bar	Programm, welches ohne Gefahr einer Beschädigung für alle Arten von wasserdichten Uhren gebraucht werden kann. Bei harten Uhren ergibt dieses Programm unsichere Resultate.
P2 - Men Standard Test 1 - 0.4 bar Test 2 + 3.0 bar	Standardprogramm für Herrenuhren, Kunststoff oder Metall.
P3 - Ladies Test 1 - 0.4 bar Test 2 + 2.0 bar	Programm für kleine Uhren (Damenuhren).
P4 - Hard Case Test 1 - 0.7 bar Test 2 + 3.0 bar	Für harte, stabile Uhren mit Keramikgehäuse und Mineralglas.
P5 - Jewellery Test 1 - 0.2 bar Test 2 + 1.0 bar	Für Schmuckuhren und andere Uhren mit wenig stabilem Gehäuse.
P6 - Diver 100m Test 1 - 0.7 bar Test 2 + 10.0 bar	Für Taucheruhren, welche für mindestens 100m Wassertiefe spezifiziert sind.
P7 - Pressure only Test 1 + 2.0 bar	Nur Druck, für schnelle Tests.
P8 - Two pressures Test 1 + 0.5 bar Test 2 + 3.0 bar	1 niedriger Druck und ein höherer Druck (Doppeldrucktest). Für Uhren die nicht mit Vakuum geprüft werden dürfen.

Kundenspezifische Programme

Die kundenspezifischen Programme C01 to C10 können an die verschiedenen Charakteristiken von Uhren angepasst werden. In unten stehender Tabelle sind einige Beispiele aufgeführt.

Programm	Dimension Durchmesser Zifferblatt	Vakuum (bar)	Druck (bar)	Stabilisations- Zeit	Messzeit	Toleranz -% Rückverformung	Uhr Gehäuse
C1	Grosse Standarduhr > 40mm	-0.4	+3.0 bis +5.0	Auts	Auts	-0.5%	Standard
C2	Grosse Taucheruhr > 40mm	-0.6 bis -0.7	+10.0	Auts	Auts	-0.5%	Standard
C3	Grosse Hartmetall/Keramik Uhr > 40 mm	-0.5 bis -0.6	+3.0 bis +5.0	Auts	Auts	-0.5%	Hard
C4	Standarduhr Herren 20 - 40mm	-0.4	+3.0 bis +5.0	Auts	Auts	-1.0%	Standard
C5	Taucheruhr Herren 20 - 40mm	-0.6 bis -0.7	+10.0	Auts	Auts	-1.0%	Standard
C6	Hartmetall/Keramik Herren 20 - 40 mm	-0.5 bis -0.6	+3.0 bis +5.0	Auts	Auts	-1.0%	Hard
C7	Standarduhr Damen < 20mm	-0.4	+3.0 bis +5.0	Auts	Auts	-1.0% bis -2.0%	Standard
C8	Taucheruhr Damen < 20mm	-0.6 bis -0.7	+10.0	Auts	Auts	-1.0% bis -2.0%	Standard
C9	Hartmetall/Keramik Damen < 20mm	-0.5 bis -0.6	+3.0 bis +5.0	Auts	Auts	-1.0% bis -2.0%	Hard
C10	Kunststoff-Uhr Herren 20-40 mm Flache Herrenuhr 20 – 40mm Kunststoff-Uhr Damen < 20mm	-0.4 -0.4 -0.4	+2.0 bis +3.0 +1.0 bis +2.0 +2.0 bis +3.0	Auts Auts Auts	Auts Auts Auts	-1.0% -1.0% -1.5% bis -2.0%	Soft Soft Soft

Durch Anlegen eines zu hohen Druckes oder Vakuums kann die zu prüfende Uhr beschädigt werden.

Unbedingt die Spezifikationen des Herstellers beachten!

Gehäuse Uhr:

- Standard** Für normale, robuste Uhren mit Metallgehäuse
Hard Für harte, stabile Uhren mit Keramikgehäuse und Mineralglas und Taucheruhren
Soft Für Kunststoffuhren und Uhren mit dünnem Metallgehäuse

Tabelle - Kräfte auf Uhrenglas und Boden

In der Tabelle sind die Kräfte in **Kilogramm** angegeben, welche bei **Vakuum** von Innen und bei **Druck** von Aussen auf das Glas und den Boden des Uhrengehäuses einwirken.

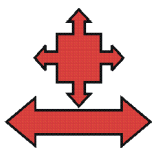
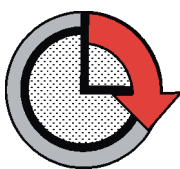
$$\text{Kraft} = P \times 1.02 \times r^2 \times 3.1416$$

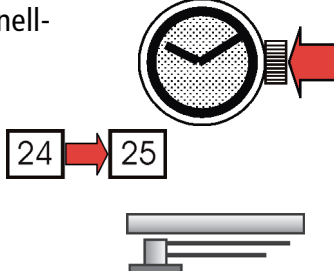
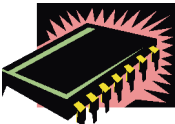
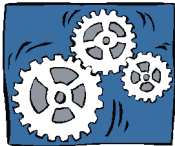
Test mit Vakuum (bar)	Kraft von Innen auf Glas + Boden Ø 30 mm	Test mit Vakuum (bar)	Kraft von Innen auf Glas + Boden Ø 25 mm	Test mit Vakuum (bar)	Kraft von Innen auf Glas + Boden Ø 20 mm
-0.2	1.44	-0.2	1.00	-0.2	0.64
-0.3	2.16	-0.3	1.50	-0.3	0.96
-0.4	2.88	-0.4	2.00	-0.4	1.28
-0.5	3.60	-0.5	2.50	-0.5	1.60
-0.6	4.33	-0.6	3.00	-0.6	1.92
-0.7	5.05	-0.7	3.50	-0.7	2.24
-0.8	5.77	-0.8	4.01	-0.8	2.56

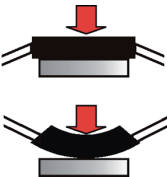
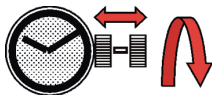
Test mit Druck (bar)	Kraft von Aussen auf Glas + Boden Ø 30 mm	Test mit Druck (bar)	Kraft von Aussen auf Glas + Boden Ø 25 mm	Test mit Druck (bar)	Kraft von Aussen auf Glas + Boden Ø 20 mm
0.5	3.60	0.5	2.50	0.5	1.60
1.0	7.21	1.0	5.01	1.0	3.20
1.5	10.81	1.5	7.51	1.5	4.81
2.0	14.42	2.0	10.01	2.0	6.41
2.5	18.02	2.5	15.52	2.5	8.10
3.0	21.55	3.0	15.02	3.0	9.61
3.5	25.23	3.5	17.52	3.5	11.22
4.0	28.84	4.0	20.03	4.0	12.82
4.5	32.44	4.5	22.55	4.5	14.42
5.0	36.05	5.0	25.03	5.0	16.02
6.0	43.26	6.0	30.04	6.0	19.26
7.0	50.47	7.0	35.05	7.0	22.46
8.0	57.68	8.0	40.06	8.0	25.64
9.0	64.29	9.0	45.06	9.0	28.84
10.0	72.10	10.0	50.07	10.0	31.40

Witschi's Messtipps



Prüfen und Kontrolle Vorgehen	Erklärungen
Uhrwerk aufziehen mit 10 bis 15 Umdrehungen der Krone. Vor dem Prüfen die Uhr für etwa 20 Minuten einlaufen lassen. 	Die gemessenen Gangwerte stabilisieren sich. Ein regelmässiges Diagramm wird aufgezeichnet.
Zeiger dürfen sich während der Messung nicht auf Position vor Mitternacht (Datumschaltung) befinden. 	Während dem Datumswechsel kann die Gangmessung für ein gewisse Zeit beeinflusst und verfälscht werden.
Krone in Position "0" (innen) drücken. 	In gezogener Position: evtl. Uhrwerkstop.
Wenn möglich die Uhr mit einem geeignetem Gerät entmagnetisieren, z.B. Witschi's Teslascope . 	Eine grössere Anzahl Stahlteile könnten magnetisiert sein und die Ganggenauigkeit erheblich beeinflussen.
Start der Gangmessung in den vertikalen Lagen: 6h, 9h, 12h und 9h. Dann in den horizontalen Lagen: Zifferblatt oben und unten. 	Zeitgewinn, da Stabilisationszeiten zwischen den einzelnen vertikalen und horizontale Lagen kürzer sind.
Pro Prüflage eine Stabilisationszeit von ~15 s und eine Messzeit von min. 20 s einstellen Messung starten. 	Für längere Stabilisations- und Messzeiten resultiert ein stabileres Resultat.
Datumsschaltung und Gangreserve der Uhr kontrollieren. 	Funktionstest.
Automatischer Aufzug von automatischen Uhren mit einem Simulator kontrollieren. 	Funktionstest.
Nach 24 Stunden Uhr prüfen: Ganggenauigkeit, Zeit- und Datumsanzeige. 	Funktionstest nach 24 Stunden.

Prüfen und Kontrolle Vorgehen	Erklärungen				
Uhrwerk auf Sauberkeit kontrollieren, besonders das Räderwerk, Rotor und mechanische Teile. 	Unreinheiten, Metallpartikel etc. entfernen. Diese können das Räderwerk oder den Rotor blockieren.				
Batteriespannung prüfen. Die Spannung ohne und unter Last muss den Spezifikationen des Herstellers entsprechen. <table border="1" data-bbox="630 689 869 772"> <tr> <td>No Load</td> <td>1.59 V</td> </tr> <tr> <td>Low Drain</td> <td>1.58 V</td> </tr> </table>	No Load	1.59 V	Low Drain	1.58 V	Die Batterie mit einem geeigneten Gerät prüfen. Messungen mit einem gewöhnlichen Multimeter sind nicht zuverlässig.
No Load	1.59 V				
Low Drain	1.58 V				
Batteriekontakte, besonders den -Kontakt, und Batterie-Einbauplatz reinigen. 	Auslaufende Säure und Salzkristalle oxydieren und zerstören die Kontakte und andere Teile.				
Zeit und Datumseinstellung (Schnellschaltung), Reset Funktion und Funktionen der Krone prüfen. Zeigerstellungen in der Uhrenlage Zifferblatt unten kontrollieren. 	Bei gezogener Zeigerstellwelle ist die Stromsparfunktion aktiviert (Motorimpulse ausgeschaltet). Die meisten Uhren sind mit dieser Funktion ausgestattet. Der oberste Zeiger könnte am Glas streifen.				
Uhr auf Sensor legen und überprüfen ob das Signal des Quarzoszillators und/oder die Motorimpulse vorhanden sind. 	Wenn keine Signale detektiert werden, dann ist eine Bauteil des elektronischen Moduls defekt (IC, Quarz, Spule) oder die Batterie.				
Analoge Quarzuhren Uhr auf Sensor legen. Gangmessung starten wenn Motorimpulse vorhanden sind. 	Keine Impulse: defekte Spule oder PCB. Impulse vorhanden, Zeiger stehen still: Motor, Räder- und Zeigerwerk prüfen.				
Digitale Quarzuhren Uhr auf Sensor legen. Gangmessung starten wenn Signal vorhanden ist (quartz oder LCD). 	Kein Signal und keine Anzeige. Elektronisches Modul auswechseln.				

Prüfen und Kontrolle Vorgehen	Erklärungen
Visuelle Inspektion: Uhrengehäuse, Glas, Krone, Drücker, Dichtungen etc. auf Schäden und Verschmutzungen prüfen. 	Uhren mit verkratzten oder gespaltenen Gläsern nicht Prüfen. Ein berstendes Glas kann Zeiger und Zifferblatt beschädigen.
Krone muss am Gehäuse anliegen. Wenn nötig Krone andrücken oder anschrauben. 	Besonders bei verschraubten Kronen auf die Position achten.
Eine am Handgelenk getragene Uhr darf nicht sofort geprüft werden. Auch vor dem Testen nur kurz in der Hand halten. Die Uhr soll beim Prüfen die Umgebungstemperatur aufweisen. 	Temperaturänderungen während des Messzyklus verfälschen das Resultat.
Schutzkleber am Boden und/oder am Glas der Uhr, müssen entfernt werden.	Eingeschlossene Luftbläschen verfälschen das Resultat.
Prüfprogramm Die Prüfparameter müssen den Spezifikationen des Herstellers entsprechen. Ein Doppeltest (Druck und Vakuum) ist vorteilhaft. 	Vakuumtest: schnelles Lokalisieren von kleinen Lecks (Dichtung etc.). Drucktest: Indikation über den Zustand des Gehäuses.
Platzierung der Uhr auf dem Sensor - Uhren mit flachem Glas: mit Boden nach unten. - Uhren mit stark gewölbtem Glas (Bananengehäuse): mit Boden nach oben.	
Wiederholung der Messung bei schlechtem Endresultat. Aber nicht unmittelbar nach dem ersten Prüfzyklus. Es kann 30 Minuten und mehr dauern bis sich das Gehäuse nach der Verformung stabilisiert hat.	Tipp: Krone ziehen, einige Male drehen und zurückdrücken. 
Wenn möglich, Messprotokoll ausdrucken. 	Qualitätssicherung, Rückverfolgbarkeit.